

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO**

GILBERTO CORRÊA DE SOUZA

MODELO DE LINGUAGEM CORPÓREA PARA ARTEFATOS

Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a
obtenção do Grau de Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento

Orientador: Dr. João Bosco da Mota Alves

Florianópolis
2009

GILBERTO CORRÊA DE SOUZA

MODELO DE LINGUAGEM CORPÓREA PARA ARTEFATOS

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “Doutor em Engenharia”, Especialidade em Engenharia do Conhecimento e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Florianópolis, 7 de maio de 2009.

Prof. Roberto Carlos dos Santos Pacheco, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.
Orientador

Prof. Li Shih Min, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dulce Maria Halfpap, Dra.

Profa. Mariana Terenzi, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Marcelo Fernando Selli, Dr.
MSELLI Engenharia e Consultoria Ltda

Prof. Juarez Bento da Silva, Dr.
Universidade do Sul de Santa Catarina
Moderador

DEDICATÓRIA

À minha esposa, minha família e a Deus.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo incentivo e disposição na minha caminhada rumo a esta tese. À minha esposa que sempre esteve ao meu lado, acrescentou novas idéias e revisou o texto.

Ao professor Li Shi Mi pela colaboração nos detalhes médicos e sistemáticos do artefato. À professora Mariana Terenzi pela ajuda no texto e argumentos valiosos sobre as questões fisiológicas da teoria utilizada na tese. A Dulce Maria Halfpap pelos conselhos importantes e revisões da tese. Ao professor Francisco Fialho por sua visão única sobre os detalhes teóricos do modelo de consciência artificial utilizado na tese. Ao professor Marino Bianchin por suas considerações durante minha qualificação. Ao professor Marcelo Selli pela grande ajuda na correção do texto e de pontos importantes da tese. Ao professor Juarez da Silva por indicações valiosas quanto ao conteúdo final do texto, sobretudo, a parte computacional. Ao professor Edson Amboni pela minuciosa revisão do texto.

Ao professor João Bosco Alves por tornar possível este sonho de minha vida.

Ao CNPq pela bolsa de estudos que foi muito útil para a compra de equipamento necessário para os testes e implementação do artefato proposto na tese.

RESUMO

Esta tese, no âmbito de estudo da consciência, apresenta as bases para um modelo de uma linguagem, inerente aos estados internos de um corpo, que expressa as possíveis características biológicas da pré-consciência. A partir da contextualização do estudo da consciência em uma linha de pesquisa voltada aos aspectos corporais, pode-se esboçar um modelo de consciência que define elementos fundamentais do corpo como os possíveis descritores do processo de emergência da consciência. A união de elementos descritores em um agrupamento lógico semelhante a uma linguagem fornece a base para a definição de um modelo que além de descrever a interação dos elementos dos estados internos de um corpo, se integra à proposta de esclarecer como esses elementos podem ser utilizados para descrever a emergência da consciência. Uma simulação computacional de um corpo artificial inspirado na biologia humana e com alguns dos componentes da linguagem corpórea, mostra a capacidade de visualização de alguns dos estados internos do artefato. Conclui-se que o modelo de linguagem corpórea pode ser uma parte importante para a descrição do processo de emergência da consciência, e, ainda que a simulação computacional além de incorporar diversos componentes de uma plataforma cognitiva consistente inspirada na biologia humana, fornece um meio para a visualização dos estados internos do artefato simulado.

Palavras-chave: linguagem corpórea, consciência, corpo artificial.

ABSTRACT

This thesis, within the study of consciousness, presents a model of a language, inherent to the internal state of a body that expresses the possible biological characteristics of pre-consciousness. From the context of the study of consciousness in a line of research focused on corporal aspects, you can get a model of consciousness that defines the key elements of the body as possible descriptors of the emergence of consciousness. The union of elements in group descriptors like a logical language both provides the basis for the definition of a type of embodied language and the description of the interaction of elements of the internal state of a body, this is part of the proposal to clarify how these elements can be used to describe the emergence of consciousness. A computer simulation of an artificial body based in human biology and some of the components of the embodied language show the ability to view some of the internal states of the artifact. It is concluded that the embodied language can be an important part of the description of the emergence of consciousness, and that the computer simulation as well as incorporating various components of a cognitive platform consistently inspired by the biology of humans, provided a means for displaying the internal state of the simulated artifact.

Keywords: embodied language, consciousness, artificial body.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 3.1: Esquema da teoria de consciência de António Damásio.....	59
Figura 3.2: Criação de imagens do corpo e objeto.	61
Figura 3.3: Descrição da parte final do processo de consciência central. ...	62
Figura 3.4: Papel da tese dentro da pesquisa sobre consciência.....	66
Figura 4.1: Partes do corpo representadas no cérebro, adaptado de Guyton (2005).....	74
Figura 4.2: Detalhe do córtex somatosensorial. (A) adaptado de Guyton (2005); (B) adaptado de Purves (2004).	75
Figura 4.3: Mapas de elementos da boca, adaptado de Miyamoto (2006). .	75
Figura 4.4: Áreas do Córtex SII, adaptado de Eickhoff (2006).....	76
Figura 4.5: Córtex SII, adaptado de Disbrow (2000).	77
Figura 4.6: Mapas somatotópicos viscerais, adaptado de Drewes (2006)...	78
Figura 5.1: Visão homeostática do corpo humano, adaptado de Vander (2001).....	89
Figura 5.2: Tipos de comunicação interna, adaptado de Saladin (2003)....	90
Figura 5.3: Sistema energético.....	96
Figura 5.4: Sistema de Comunicação Interna.....	99
Figura 5.5: Simulação do artefato no programa <i>breve</i>	107
Figura 5.6: Simulação do artefato no programa <i>breve</i>	108
Figura 5.7: Simulação do Sentido de Visão do artefato.	109
Figura 5.8: Estado inicial da linguagem corpórea do artefato.....	113
Figura 5.9: Alguns elementos da linguagem corpórea do artefato.	114

QUADROS

Quadro 4.1: Sinais do ambiente interno do corpo, adaptado de Ganong (2003).....	721
Quadro 4.2: Variáveis de um estado fisiológico, adaptado de Guyton (2005).....	80
Quadro 5.1: Sistemas de órgãos do corpo humano (SEELEY, STEPHENS e TATE, 2004; SCANLON e SANDERS, 2007).	87
Quadro 5.2: Componentes do Sistema Energético	94
Quadro 5.3: Componentes do Sistema de Comunicação Interna	97
Quadro 5.4: Componentes do Sistema de Controle Interno	100
Quadro 5.5: Componentes do Sistema Estrutural	102
Quadro 5.6: Componentes do Sistema Sensorial	103

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	11
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	11
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	12
1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TEMA.....	12
1.4 INEDITISMO DO TRABALHO	13
1.5 CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA	14
1.6 PRESSUPOSTOS DO TRABALHO	14
1.7 ESCOPO DO TRABALHO	15
1.8 METODOLOGIA CIENTÍFICA.....	15
1.10 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
2 CONSCIÊNCIA E CORPORIFICAÇÃO.....	19
2.1 INTRODUÇÃO	19
2.2 O QUE É CONSCIÊNCIA.....	19
2.3 TEORIAS DE CONSCIÊNCIA.....	21
2.4 CONSCIÊNCIA E CORPORIFICAÇÃO	29
2.5 TEORIAS DE CONSCIÊNCIA SOB O PONTO DE VISTA CORPÓREO	36
2.6 CONSIDERAÇÕES.....	42
3 MODELO DE CONSCIÊNCIA PARA UM ARTEFATO.....	43
3.1 INTRODUÇÃO	43
3.2 O QUE É UM ARTEFATO	44
3.3 A TEORIA DE CONSCIÊNCIA DE ANTÓNIO DAMÁSIO.....	44
3.3.1 <i>Base biológica</i>	45
3.3.2 <i>Base teórica (níveis da consciência)</i>	49
3.3.3 <i>Base filosófica</i>	54
3.4 UM MODELO DE CONSCIÊNCIA ARTIFICIAL	58
3.5 CONSIDERAÇÕES.....	65
4 MODELO DE LINGUAGEM CORPÓREA DE UM ORGANISMO.....	67
4.1 INTRODUÇÃO	67
4.2 O QUE É UMA LINGUAGEM.....	67
4.3 MODELO PARA UMA LINGUAGEM CORPÓREA.....	69
4.4 O QUE É UM ESTADO INTERNO	70
4.5 DEFINIÇÃO DOS COMPONENTES DE UM ESTADO INTERNO	71
4.6 DEFINIÇÃO DE SÍMBOLOS DA LINGUAGEM CORPÓREA (VOCABULÁRIO)	78
4.6.1 <i>Símbolos da linguagem</i>	80
4.7 SISTEMA DE REGRAS DA LINGUAGEM CORPÓREA (SINTAXE)	81
4.7.1 <i>Regras da linguagem</i>	82
4.8 MAPEAMENTO DE SÍMBOLOS E ESTADOS INTERNOS (SEMÂNTICA)	84
4.9 CONSIDERAÇÕES.....	85

5 A LINGUAGEM CORPÓREA DE UM ARTEFATO.....	86
5.1 INTRODUÇÃO	86
5.2 UM ARTEFATO ARTIFICIAL	86
5.2.1 <i>Componentes e processos</i>	93
5.3 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO ARTEFATO	105
5.3.1 <i>Estado interno do corpo do artefato</i>	112
5.3.2 <i>Simulação da Linguagem Corpórea</i>	114
5.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A SIMULAÇÃO.....	116
6 CONCLUSÕES.....	118
6.1 - CONCLUSÕES	118
6.2 - SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	119
REFERÊNCIAS.....	121
GLOSSÁRIO.....	129
APÊNDICE A.....	131

1 INTRODUÇÃO

Esta tese representa uma tentativa de esboçar um elemento fundamental para o “fenômeno consciência” em artefatos artificiais, por meio de um modelo computacional inspirado em uma teoria de consciência biológica. Nesta teoria, a consciência é vista como um processo complexo, sustentado por mecanismos biológicos envolvidos na manutenção da vida de um ser dotado de cérebro.

Os mecanismos biológicos seriam coordenados por um órgão fundamental para o surgimento e manutenção da consciência, o cérebro. Regiões especializadas do cérebro orquestrariam todos os detalhes do funcionamento do corpo e da mente.

Esse concerto possui elementos definidos que representam cada instante da vida em um conjunto de variáveis fisiológicas. Tais elementos quando agrupados determinam a interação do corpo e da mente com o ambiente externo e interno. Essa natureza momentânea seria representada por um estado de ser de uma pessoa, cuja definição é determinada por sua natureza mais biológica, o corpo.

Esses elementos podem ser agrupados de modo que sua organização reflita um significado que, unido temporalmente, permitiria o surgimento de uma entidade básica, o “eu”. Essa entidade seria então formada pelas interações de significados internos que produziriam uma organização significativa de momento. Um momento que irá definir o ser, pois, nesse momento, o ser poderia sentir que existe e que não está sozinho, mas sim acolhido em um ambiente e cercado por outros seres.

A entidade, que determina quem é um ser, é chamada de “eu”. Ele existe somente devido a uma capacidade intrínseca do cérebro (consciência) que surge apenas quando ele é construído momento a momento. Então, devido à existência do fenômeno consciência, é que, um ser dotado de um “eu” básico pode se reconhecer como um ser, e, devido à natureza da consciência, esse reconhecimento é alcançado pela reconstrução constante do “eu”.

O surgimento da consciência poderia ser descrito por uma teoria que evidencie o processo de reconstrução do “eu” a partir de um corpo. Tal teoria forneceria meios para a modelagem de um processo sofisticado, no qual, ao se substituir o corpo biológico por um artificial e, ao se reproduzir o processo biológico, esperar-se-ia obter um “eu” artificial e, por consequência, uma consciência artificial.

1.1 Definição do Problema

Segundo a teoria da consciência de António Damásio (2000b), um conjunto de estados de regulação interna de um organismo biológico (ser humano) pode ser considerado como o nível fundamental para a emergência da consciência. Tal conjunto pode ser comparado, analogamente, ao grupo de símbolos característicos de uma linguagem não verbal. Assim, da mesma forma que um conjunto de signos expressa um determinado conteúdo informacional em uma linguagem natural, os componentes caracterizadores dos estados internos em um organismo podem também representar significados associados às condições de regulação interna desse organismo.

A formalização dos componentes caracterizadores dos estados de regulação interna é uma tarefa complexa, pois envolve, dentre outras atividades, a identificação dos elementos responsáveis por cada modificação interna no organismo e a atribuição ou definição de qualidades sintáticas e semânticas aos elementos que representam um estado interno. Tal atribuição seria algo como a definição de um conjunto de possíveis significados associados a uma palavra em relação a um conceito.

Em resumo, o nível fundamental para a emergência da consciência em alguns organismos biológicos, sobretudo o ser humano, expresso pelo conjunto de suas condições de regulação interna, seria caracterizado pelas modificações necessárias à manutenção de sua sobrevivência e, ainda, expresso por seus estados internos.

Logo, apresenta-se a seguinte questão de pesquisa (hipótese desta tese): o conjunto finito de variáveis e estados internos que caracteriza o nível de origem da consciência poderia ser associado à produção de uma quantidade diversa e numerosa de símbolos; isto é, uma linguagem corpórea inerente ao organismo?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um modelo que utilize representações dos estados internos de um corpo, de forma a evidenciar um mecanismo lógico que pode ser utilizado para descrever a “narrativa sem palavras” que António Damásio (2000b) refere-se ao propor que a consciência surge de processos inconscientes gerados por alterações nos estados internos do corpo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar um modelo de consciência baseado em condições de regulação interna.
- Caracterizar quais seriam as condições de regulação interna do organismo, dentre outros fatores relevantes para definição da linguagem corpórea.
- Propor as bases para um modelo de linguagem corpórea, baseado em aspectos sintáticos e semânticos extraídos dos estados internos do organismo.
- Delinear uma simulação computacional para esboçar uma parte do modelo de linguagem corpórea proposto.

1.3 Justificativa e Relevância do Tema

A consciência humana é um tema de estudo antigo que remete a filósofos como: Platão, Aristóteles e Descartes. Tal tema sofreu diversas modificações com o passar das épocas da evolução do pensamento racional e espiritual humano. Essa jornada intelectual, sobretudo, levou à conclusão de que esse tema estava fora do alcance da ciência material e, por este motivo, foi relegada ao esquecimento imposto pelos pesquisadores da psicologia (área ligada ao início dos estudos acadêmicos da mente humana). Contudo, a partir do final do século XX, novos meios de estudar o cérebro sustentaram uma nova onda de tentativas de explicações para a natureza da consciência humana.

Pode-se argumentar que um ramo emergente das ciências cognitivas, a inteligência computacional, foi, em grande parte, responsável por essa onda. Pois, a partir dela, cientistas de várias áreas, tais como (DENNETT, 1991; MINSKY, 1991; EDELMAN, 1992; SEARLE, 1993; ECCLES, 1994; BLOCK, 1995; DE LÉON, 1995; FRANKLIN, 1995; BAARS e MCGOVERN, 1996; COMBS, 1996; PENROSE, 1996; CHURCHLAND, 1997; CLARK, 1997; VELMANS, 1997; DAMÁSIO, 1998; LAKOFF e JOHNSON, 1999; HUMPHREY, 2000; BLOCK, 2002), e não somente filósofos, começaram a tentar explicar a consciência por meio de modelos e simulações computacionais.

Além de fornecer meios para testar teorias, as simulações computacionais permitiram vislumbrar um caminho de estudo para a consciência, no qual se pode pensar até em uma simulação da consciência em máquinas.

Nessa perspectiva, este trabalho seguirá o ponto de vista de que, ao se modelar um artefato computacional que apresente configurações funcionais semelhantes àquelas encontradas no corpo humano (corpo e mente), pode-se chegar à produção de uma consciência artificial similar à consciência humana.

Essa idéia foi o ponto inicial de duas teses (VALLE FILHO, 2003; HALFPAP, 2005). Na primeira, o objetivo foi estudar a melhor forma de se estruturar um artefato mecânico seguindo a teoria de consciência de António Damásio (2000b). Na segunda, o escopo dessa teoria foi estabelecido por meio de um modelo de consciência artificial. Isso permitiu o esclarecimento dos passos teóricos necessários para a construção de uma consciência artificial: pré-consciência corpórea, consciência central e consciência ampliada.

Entretanto, estabeleceu-se que a definição do primeiro passo era o objetivo da tese de Halfpap (2005) e que faltava um elemento operacional para descrever a ligação entre os processos inconscientes e o primeiro nível de consciência.

Então, este trabalho, seguindo a linha de pesquisa aberta pelas teses citadas anteriormente, apresenta uma nova peça para o modelo de consciência artificial desenvolvido a partir da teoria de consciência de António Damásio (2000b).

1.4 Ineditismo do Trabalho

Este trabalho propõe as bases para um modelo de linguagem não verbal que seja capaz de expressar, externamente, os estados internos de regulação de um organismo, algo que não foi descrito, cientificamente, para uma espécie animal conhecida, nem para o ser humano.

Além da expressividade, essa linguagem pode ser utilizada para descrever conjuntos de estados internos organizados em mecanismos de regulação e, dessa forma, mostrar como tais mecanismos permitem o surgimento de uma consciência artificial.

Esses dois pontos mostram a complexidade de se estabelecer um modelo de consciência humana fundamentado em conhecimentos da biologia, neurociência, medicina e filosofia.

Além dos pontos levantados anteriormente, até o presente momento, ainda não foi apresentado um sistema computacional baseado na teoria de Damásio para simular uma consciência artificial capaz de reproduzir os níveis de consciência central ou ampliada semelhantes aos encontrados em seres humanos. E mais, a pesquisa feita na literatura

científica não apontou para a existência de uma linguagem, como a proposta neste trabalho¹.

1.5 Contribuição Teórica

Uma contribuição direta deste trabalho é a produção de uma simulação computacional que possa ser usada para validar o modelo de linguagem baseada em estados internos e, dessa forma, permita demonstrar o surgimento do primeiro estágio (inconsciente) da consciência em artefatos artificiais.

Dessa forma, a elaboração do modelo de linguagem corpórea proposta seria vista como uma parte importante no desenvolvimento de um correlato neural capaz de dotar artefatos artificiais de consciência. Isso fica mais claro, quando se explica, que o processo de consciência necessitaria da representação de “imagens mentais” em sua descrição, o que poderia ser representado pelos estados internos descritos pelo modelo da linguagem proposta.

Além dessa contribuição, outro caminho de pesquisa aberto por esta tese seria a utilização do modelo de linguagem corpórea para a classificação dos estados de regulação interna de um organismo biológico. Essa classificação poderia ser útil para esclarecer como alguns dos mecanismos reguladores funcionam em seres biológicos.

Outra contribuição do modelo de linguagem corpórea seria a possibilidade de utilizar o poder de visualização desta linguagem como uma ferramenta semelhante às técnicas e aos métodos utilizados em testes neuropsicológicos, com fins de auxiliar no estudo da interação entre pessoas. Se fosse possível estabelecer os parâmetros da linguagem corpórea de um ser vivo, seria imaginável a visualização da relação de um estado emocional com um estado biológico.

1.6 Pressupostos do Trabalho

Propõe-se que a existência de uma linguagem corpórea, inerente aos mecanismos que regulam o funcionamento de um organismo, possa ser utilizada, não somente, para mostrar os estados internos desse organismo, mas também, para a descrição dos processos inconscientes que dão origem ao primeiro estágio da consciência, segundo a teoria de Damásio.

¹ Pesquisa feita por “embodied language” no dia 20/04/2009 nas seguintes bases: ISI Web of Knowledge, Scopus e Wiley InterScience; não retornou nenhum resultado.

Essa proposição parte da hipótese de que, ao diminuir a complexidade organizacional e funcional do organismo humano, pode-se, então, tentar simular um organismo artificial que também seja capaz de expressar uma linguagem corpórea nos mesmos moldes da humana.

Essa noção permitiria que, ao simular-se um organismo artificial com as características mais importantes encontradas em seu correlato biológico, poder-se-ia determinar exatamente quais seriam os componentes dos estados internos necessários para definir, precisamente, a linguagem corpórea artificial.

1.7 Escopo do Trabalho

A teoria da consciência de Damásio provê material empírico importante para a determinação de um modelo de consciência para artefatos artificiais. Ela fornece uma explicação muito próxima do fenômeno consciência em seres humanos. Assim sendo, esta tese se limitará às implicações teóricas provenientes de estudos neurobiológicos necessários ao entendimento da consciência humana. Isso exclui, então, a necessidade de estudos sobre outras capacidades cognitivas possibilitadas pela consciência e que são encontradas nos seres humanos, como por exemplo, tomada de decisão, razão, linguagem (falada ou escrita), entre outras.

Também, para apresentar o uso da linguagem corpórea, este trabalho limita-se apenas ao uso de mecanismos regulatórios artificiais baseados no modelo biológico humano. Dessa forma, serão utilizadas somente, as descrições mais gerais dos vários mecanismos biológicos feitas pelas ciências médicas atuais. Isso é necessário para garantir a possibilidade de modelagem de um organismo artificial dentro de um número controlado de variáveis biológicas.

1.8 Metodologia Científica

Este trabalho, por seu caráter teórico-empírico, apresentará uma breve revisão bibliográfica sobre o campo de estudo da consciência humana. Isto para fornecer subsídios à proposta de um modelo para produção de consciência artificial. Essa etapa apresentará a convergência das pesquisas atuais sobre a necessidade de uma base corpórea para descrever a consciência.

Outro ponto importante para esta pesquisa é a apresentação dos conceitos envolvidos na definição de uma linguagem corpórea capaz de representar os mecanismos envolvidos e necessários ao surgimento da

consciência. Isso será alcançado a partir da apresentação de estudos sobre o que seria uma linguagem em termos gerais e quais seriam os componentes fundamentais dos mecanismos biológicos sustentadores dos processos naturais da consciência, estados internos.

Com a fundamentação teórica e o pressuposto empírico estabelecidos, na etapa seguinte, será apresentada a interação entre um modelo computacional de consciência, suportado pela representação dos estados internos de um artefato artificial inspirado biologicamente. Ainda nessa etapa, será apontado o uso de uma linguagem intrínseca aos estados internos como meio de descrição para os mecanismos da consciência artificial constituidores do modelo da linguagem corpórea.

Após a definição desse modelo, um protótipo computacional foi desenvolvido para esboçar as idéias envolvidas na constituição da linguagem corpórea. A reprodução do fenômeno linguagem corpórea pode ser considerada satisfatória ao se reproduzirem, em meios artificiais, os elementos básicos e processos expostos pelo modelo de linguagem corpórea biológica.

1.9 Multidisciplinaridade e aderência à Engenharia do Conhecimento

O termo multidisciplinaridade pode ser entendido como a recorrência ao conhecimento específico de matérias distintas para se estudar um determinado objeto de pesquisa (MENEZES e SANTOS, 2002). Assim, esta tese possui caráter multidisciplinar por seu objetivo estar contido, envolvido e distribuído, principalmente, nas seguintes áreas do conhecimento: inteligência computacional, filosofia da mente e biologia.

Isso acontece porque são utilizados os conhecimentos biológicos sobre como os seres funcionam e como eles são organizados estruturalmente. Amplificados pelas lentes filosóficas, para estudar o fenômeno (consciência) que surge do ser humano e que transforma e diferencia uma pessoa das demais e do mundo em que ela vive.

Junto com a visão filosófica da estrutura biológica da consciência, existe a possibilidade de sistematizar essa visão em torno de uma ferramenta importante para expressar pensamentos, o computador, e mais, especificamente, modelos computacionais. Por meio deles, é possível apresentar as idéias empíricas sobre a origem de um fenômeno de modo que tal fenômeno seja visualizado com mais riqueza e detalhes. O que não é possível quando se utiliza somente a visão filosófica ou somente a descrição biológica.

Além dessas áreas, este trabalho pode contribuir para o crescimento do conhecimento das áreas afins do programa de pós-graduação

em engenharia e gestão do conhecimento, porque, em termos de mídia, o modelo de linguagem corpórea pode ser utilizado como uma ferramenta para a disseminação de informações. Isso acontece quando o modelo de linguagem puder ser “lido” e, dessa forma, transmitido por um esquema semelhante ao modelo de comunicação proposto por Claude Elwood Shannon (1948). Assim, a informação codificada, na linguagem corpórea, pode ser disseminada por um meio adequado, a sua visualização.

Em relação à gestão do conhecimento, a linguagem corpórea pode ser utilizada como suporte para a criação de uma nova metodologia epistemológica sobre conhecimento corporal das organizações, na qual o conhecimento estaria codificado em um nível mais profundo do que o cognitivo, porém intermediário ao conexionismo. Esse novo nível seria o corporal, no qual o conhecimento poderia ser interpretado por meio da leitura de padrões expressos pela linguagem corpórea.

Um exemplo seria o seguinte: uma organização seria representada como sendo um corpo. As variáveis internas desse corpo poderiam ser associadas aos indicadores de produção da organização e, então, utilizando-se o modelo da linguagem corpórea, poder-se-ia ler o estado interno da organização. Isto é, os padrões de indicadores da organização, em um dado momento, mostrariam como a empresa está “funcionando” e, desse modo, análises sobre novos “estados internos” da organização poderiam ajudar na consolidação de planos de metas ou qualquer tipo de objetivo a ser traçado.

Em virtude do exposto, esta tese toma lugar na área de engenharia do conhecimento, mais especificamente seguindo a linha de pesquisa: “Teoria e prática em Engenharia do Conhecimento”. Durante o desenvolvimento do modelo proposto neste trabalho, foi necessária, por meio de um processo de descoberta e codificação de conhecimento, a agregação de conhecimentos específicos das áreas citadas anteriormente. A ferramenta criada para testar as idéias levantadas pela tese também foram alvo desse processo.

1.10 Estrutura do Trabalho

O restante deste texto está dividido da seguinte forma: no capítulo 2, é apresentada uma revisão da literatura sobre o tema da consciência, desde possíveis definições até as teorias que apontam para o caminho da necessidade de um corpo, como fator principal para o surgimento da consciência.

O capítulo 3 detalha a teoria de consciência de António Damásio, apontando seus pontos-chaves. Ao final da explicação dessa teoria, é apresentado um modelo computacional alinhado à teoria.

O modelo de linguagem corpórea é introduzido no capítulo 4. Nele, é apresentada a definição dessa linguagem e como os estados internos e seus componentes formam a base para a descrição dos elementos teóricos da linguagem inspirada no corpo humano.

No capítulo 5, o uso da linguagem apresentada no capítulo anterior é explicado por meio de uma simulação computacional, a qual, por sua vez, é detalhada a partir da especificação de um artefato artificial, cujo corpo artificial é a base para a demonstração da linguagem como fonte de descrição de processos inconscientes.

Por fim, no capítulo das considerações finais, são expostos os resultados da simulação, as implicações da linguagem proposta e a interligação dessa simulação com o modelo de consciência apresentado no capítulo 3.

Perspectivas futuras sobre a continuação desse trabalho são apresentadas após os resultados expostos.

2 CONSCIÊNCIA E CORPORIFICAÇÃO

2.1 Introdução

O termo consciência denota uma busca por respostas a questões tão antigas quanto a própria humanidade. Algumas delas seriam: qual é a sua origem? Ela existe somente nos humanos? Ela é um fenômeno natural ou universal? Como ela “funciona”? O que a torna tão especial?

Essas e muitas outras questões tentaram ser respondidas utilizando-se diversas áreas do conhecimento humano, desde a filosofia até a religião. Cada uma possuindo um ponto de vista particular. Isto levou a elevação da consciência ao patamar de mito científico, o qual não poderia ser pesquisado pelo método científico e, por este motivo, deveria ser aceito ou esquecido. Contudo, alguns cientistas começaram a formular teorias abrangentes o suficiente que os levaram aos caminhos viáveis para o estudo científico da consciência.

Neste trabalho, destaca-se o caminho das ciências cognitivas corpóreas, pois este visa expor os elementos de uma teoria de consciência que apresente meios de replicação de seus elementos em artefatos computacionais. Por este motivo, para se entender onde esse caminho começa, serão apresentadas, na seção 2, visões de vários pesquisadores sobre o que seria a consciência e sua possível definição. A motivação para o estudo da consciência recairá sobre os argumentos presentes na seção 3. Em seguida, na seção 4, algumas das teorias tradicionais serão mostradas para a resolução do problema da consciência. Um destaque maior será oferecido à noção de cognição corpórea na seção 5. Por fim, na seção 6, serão expostas as teorias de 3 autores sobre a consciência segundo um ponto de vista corpóreo.

2.2 O que é consciência

Para se entender o contexto deste trabalho, esta seção apresenta a visão de pesquisadores de áreas do conhecimento distintas, sobre um possível significado ou definição para esse “fenômeno da consciência”.

Assim, para Max Velmans (1997), a consciência é um termo que precisaria de vários sinônimos para poder descrever melhor o fenômeno total. Eles são: a atenção e estado de alerta, o “conteúdo da consciência”, a mente e a autoconsciência.

Daniel Dennett (1991), acrescenta sinônimos ao mencionar os seguintes termos: atento, acordado, experiência, sentimento, imaginação, lembrar, ver, cheirar, autoconsciente, pensar, etc. Contudo, esses ter-

mos aludem a um grande número de diferentes tipos de estados e processos que servem a diferentes funções cognitivas e usam diferentes tipos de capacidades.

A despeito da atribuição de diversos termos, Dennett e Hofstadter (1981) afirmam “a consciência é a característica mais óbvia e mais misteriosa da mente humana, pois não se precisa de evidências, testes experimentais e nem dados clínicos para responde a todas as descrições feitas pelo senso de todo dia do termo”.

William James (1892) chegou a mesma conclusão ao dizer que “o fato mais concreto que qualquer um afirmará como pertencente à sua experiência interior é o fato de que a consciência de alguma forma continua e ‘estados da mente’ se sucedem cada um nela”.

Na mesma linha de pensamento de James (1892), Earl Bertrand Arthur William III Russell (1921), considera que a essência de tudo o que é mental é alguma coisa peculiar chamada “consciência”, concebida tanto como uma relação para com objetos, quanto uma qualidade referente aos fenômenos físicos.

John Searle (1993), também afirma que se deve diferenciar consciência de outros fenômenos, mas diferente de Velmans (1997) e Dennett (1991) os fenômenos a serem separados são: atenção, conhecimento e autoconsciência. Searle (1998; 2000b) considera a consciência como um processo neurobiológico do cérebro humano que consiste de estados mentais qualitativos, inatos e subjetivos de se estar ciente.

Marvin Minsky (1991), ao seu modo, concorda com Searle ao atribuir à consciência o significado da organização de diferentes formas de sabermos o que acontece dentro da mente, do corpo, e no mundo exterior. Christoph von der Malsburg (1997), desenvolve essa idéia, ao dizer que a mente em um estado de consciência, pode ser descrita como uma organização de subsistemas que estão casualmente conectados uns aos outros, de forma não estática, isso garante à consciência a qualidade de um processo histórico no tempo.

Ainda nesta linha, Nicholas Humphrey (1987), considera a consciência como uma “característica de superfície” do cérebro, uma propriedade emergente que ocorre como resultado da ação combinada de suas partes. Entretanto, essa característica é interpretada por Roger Penrose (1999), como uma característica da ação física (quântica) do cérebro.

Stan Franklin (1995), também segue linha sistemática para a consciência ao considerá-la como um processo pelo qual “o sistema verifica seus próprios processos”. Contudo, segundo essa linha não se

conseguiria ter uma explicação viável para os seguintes problemas: *qualia*², conteúdo mental e existência da experiência subjetiva.

A não possibilidade de explicação da característica fenomenal da consciência é também apontada por David Chalmers (1993), ao lembrar que existe algo que pode ser “sentido” junto com o processamento de uma percepção, a experiência consciente. Assim, a consciência seria melhor caracterizada como “a qualidade subjetiva da experiência”.

Por último, Gerald Edelman (1992; 2004), apresenta uma linha de pensamento diferente dos demais autores ao afirmar que a consciência é um fenômeno unicamente corpóreo, isto é, somente seres corporais poderiam experimentar a consciência como indivíduos. Pois ela seria o resultado de funções corporais e da organização e funcionamento do cérebro de cada indivíduo.

Algo semelhante ao que Fritjof Capra (2001) propõe ao introduzir o conceito de autopercepção e ao pensamento de António Damásio (2000b) ao considerar a consciência como um sentimento que exprime a sensação de que um dado estímulo está sendo percebido em uma perspectiva pessoal; um sentimento que denota a sensação de posse do organismo envolvido na percepção segundo este sentimento, e um sentimento de que o organismo pode atuar sobre esse estímulo.

Pode-se perceber que o termo consciência apresenta vários sentidos, os quais expressam diversas características que são singulares a esse fenômeno. Contudo, as definições apresentadas são o início da contextualização deste trabalho.

A seção seguinte mostra algumas teorias que ajudam a entender melhor a busca por uma explicação do que seria a consciência, apesar de não ter sido estabelecida uma definição conclusiva.

2.3 Teorias de consciência

O consenso sobre uma definição mais adequada à consciência está longe de ser alcançado, pois existem diferentes visões que se complementam ou divergem em relação ao melhor caminho a ser seguindo. Entretanto, apesar da falta de consenso, algumas teorias foram desenvolvidas para tentar explicar a consciência. Nesta seção, será apresentado o resumo de algumas delas para se entender como a consciência é explicada com um enfoque tradicional.

² Qualia representa as qualidades intrínsecas de uma experiência mental, obtidas pela introspecção da característica fenomenal da experiência mental, por exemplo, a sensação subjetiva sentida ao se observar a cor vermelha de um morango.

Assim, para Searle (2000a), a consciência é um problema neurobiológico, pois seus processos biológicos estão ligados ao funcionamento do cérebro. Logo esse problema seria o de como os processos cerebrais causam estados conscientes e como, exatamente, eles são realizados nas estruturas cerebrais.

A resposta a este problema pode ser obtida dividindo-se este problema em outros, mais simples e de melhor compreensão. Então se pode dividir o problema da consciência em três partes. Uma busca por um correlato neurobiológico dos estados conscientes; a segunda procura por novos princípios biológicos que poderiam explicar os estados de subjetividade, e como esses princípios relacionam-se com os princípios biológicos; e, por fim, a terceira procura se existe uma correlação entre as características anatômicas específicas do cérebro e o funcionamento de regiões cerebrais (SEARLE, 2000a).

Para responder a esses subproblemas, Searle (2000a) adota uma visão naturalista-biológica que considera a consciência como sendo um fenômeno biológico. Assim, a consciência, sendo um fenômeno biológico como qualquer outro, consistiria de estados qualitativos e subjetivos de percepção, sentimento e pensamento. Ainda, as suas características principais seriam: unidade, qualidade e subjetividade.

Seguindo esta visão, a resposta ao problema da consciência deveria então: investigar quais são os eventos neurobiológicos correlacionados à consciência, testar essa correlação para ver se ela é uma relação causativa e, por fim, desenvolver uma teoria que formalize os relacionamentos causativos (SEARLE, 2000a).

Existem dois tipos de teoria que seguem estes princípios. A primeira delas se chama teoria de blocos de construção. Nela tenta-se explicar cada pedaço do fenômeno (bloco) e, deste modo, seria possível explicar o fenômeno como um todo. Aplicada à consciência, este tipo de teoria poderia supor que a consciência seria formada por micro consciências e, ao desvendar o funcionamento de uma delas, ter-se-ia a solução para o fenômeno como um todo (SEARLE, 2000a).

O segundo tipo seria uma teoria unificadora, que se vale da máxima de que não existe consciência da visão, consciência da audição ou outra modalidade sensorial. Existe sim uma consciência unificada, na qual a visão acrescentaria novos elementos a já existente consciência. A partir dessa perspectiva, a consciência deveria ser vista como uma característica do cérebro emergindo da atividade da grande massa de neurônios, e a essa atividade não poderia ser explicada pela atividade individual dos mesmos. E mais, ela necessitaria da linguagem verbal para o seu desenvolvimento. Por este motivo, modelos computacionais não

podem responder ao problema da consciência, pois eles ainda não poderiam modelar o desenvolvimento da linguagem verbal da mesma maneira que acontece no cérebro dos seres humanos (SEARLE, 2000a).

A idéia de David Chalmers (1995) pode ser classificada como uma abordagem à segunda divisão do problema da consciência especificada por Searle (2000a). Assim, Chalmers argumenta que a consciência denota um conjunto de diferentes fenômenos que possuem explicações fáceis ou difíceis. Os fáceis podem ser explicados diretamente por métodos padrões das ciências cognitivas (explicação por meio de mecanismos neurais ou computacionais). Por sua vez, os problemas difíceis não podem ser explicados por estes e outros métodos científicos atuais.

Contudo, Chalmers (1995) admite que os “problemas fáceis” ainda não possuem uma explicação científica satisfatória, mas que estão mais próximos de uma solução e se tem uma visão mais clara de como tentar solucioná-los, do que o problema difícil. O termo fácil então seria empregado de forma relativa, pois esses problemas podem levar mais de dois séculos de trabalho empírico para serem resolvidos.

O verdadeiro problema difícil da consciência é a experiência. Pensar e perceber possuem mais que apenas processamento de informação, possuem ainda um aspecto subjetivo. A experiência tem base física, mas não existe uma explicação de como e porque ela é produzida (CHALMERS, 1995).

A solução do problema difícil deveria explicar a relação entre processos físicos e a consciência, por meio de princípios naturais, além de como e porque esses processos físicos estão associados com estados de experiência. Apesar disso, a abordagem reducionista tentaria explicar essa relação por meio de processos totalmente físicos, os quais não estariam relacionados diretamente à consciência em si. Em uma solução materialista, a consciência seria vista como um processo puramente físico. Enquanto que, em uma solução não materialista a consciência seria vista como não física, mesmo que associada a processos físicos. Já a solução naturalista seria aquela na qual a consciência é admitida como uma parte básica do problema (CHALMERS, 2003).

Então, uma teoria que tente explicar a consciência, em primeiro lugar, deixaria de lado uma explicação em termos de componentes básicos e consideraria a consciência como uma propriedade fundamental, fornecendo ponderações sobre como ela está relacionada com todo o mundo. Para isto ela precisaria de um conjunto de leis psicofísicas análogas às leis fundamentais da física. Essas leis estariam associadas a um nível de conexão entre propriedades básicas da experiência consciente e características simples do mundo físico (CHALMERS, 1993, 1997).

Daniel Dennett (1991) apesar de concordar, em parte, com o argumento de Chalmers (1993; 1997) sobre a existência de uma experiência consciente, quando afirma que uma teoria não estaria completa ao não explicar o funcionamento da consciência e ainda que deixasse de lado fatos sobre a experiência consciente. Ele discorda de Chalmers por acreditar que a consciência não é um mistério. Ela é um fenômeno físico e biológico como o metabolismo, a reprodução ou o auto-reparo (DENNETT, 2005).

Esse pensamento de Dennett pode ser visto como uma das divisões do problema da consciência exposta por Searle (2000a), além de que vai de encontro com a noção de Searle (2000a) sobre a consciência como um processo neurobiológico. Contudo, apesar de Searle (2000a) afirmar que um modelo computacional não pode ser usado para modelar a consciência, Dennett apresenta seu modelo nessa linha.

Dennett (1991) definiu um método científico híbrido entre o reducionismo e a fenomenologia (a heterofenomenologia), para poder explicar o papel das experiências subjetivas, em que o processamento mental unificado em um lugar que deveria servir de âncora para experiência consciente, seria distribuído por atividades inconscientes menos especializadas no cérebro.

Dessa forma, o sujeito (“eu”) desaparece, sendo substituído por várias máquinas inconscientes que executariam sua tarefa. Assim, uma teoria de consciência deveria considerar a mente consciente como uma grande fábrica abandonada, cheia de máquinas, sem ninguém para supervisioná-la, aproveitá-la ou testemunhá-la (DENNETT, 2005).

A partir desse ponto de vista, Dennett (1991) propôs uma teoria na forma de modelo, o chamado Modelo de Múltiplos Rascunhos, que utiliza o método que não considera a existência de uma audiência interna. Nele o fenômeno da consciência humana poderia ser explicado em termos de operações de uma máquina virtual, um tipo de programa de computador evoluído que moldaria a atividade do cérebro.

Neste modelo, toda variedade de percepção, pensamento ou atividades mentais seria executada no cérebro por processos paralelos com múltiplos aspectos de interpretação e elaboração das entradas sensoriais. Assim, a informação entraria no sistema nervoso como uma “revisão editorial” contínua. Sendo que nela os processos editoriais aconteceriam em frações de um segundo, onde, em cada unidade de tempo, várias adições, incorporações, emendas e sobrescrições de conteúdo poderiam ocorrer, em diversas ordens (DENNETT, 1991).

Este modelo de consciência foi modificado ao longo dos anos e renomeado para teoria de consciência ecóica fantástica (DENNETT,

2005). Nela a consciência seria vista segundo uma analogia televisiva, na qual a consciência seria parecida com a *fama* ao invés da própria televisão. Pois a consciência não seria um meio especial de representação no cérebro no qual eventos de conteúdo de suporte deveriam ser convertidos para se tornarem conscientes. Ao invés, esses eventos alcançariam algo como o conceito de *fama*, em uma competição direta com outros eventos.

Assim, a consciência, como a fama, seria um fenômeno funcionalístico, pois seguindo o exemplo, alguém famoso tem fama porque é famoso e não porque simplesmente apareceu na TV. Esta é uma característica importante, o eco ou reverberação da consciência. Um exemplo disso seria a mídia moderna que tem a capacidade de capturar qualquer coisa e transformá-la em um tópico *influyente*, por meio de amplificação ecóica. (DENNETT, 2005).

Em resumo, Dennett apresenta duas hipóteses empíricas sobre a consciência. A primeira supõe que a capacidade humana de reviver ou reativar eventos com conteúdo significativo é a característica mais importante da consciência. A outra é que essa capacidade é ecóica e esta é devida a hábitos de auto-estimulação adquiridos pela cultura humana. Tais capacidades poderiam, então, ser explicadas porque a máquina virtual dentro do cérebro humano é feita de *memes*. Esse termo foi cunhado por Dawkins (2001) e se refere, analogicamente, à noção de genes e de sua replicação, só que em nível de idéias e conceitos culturais. Exemplos de memes são: melodias, teorias científicas, modas de vestuário, etc.

Bernard J. Baars (1996) apresenta uma teoria à consciência com moldes computacionais que lembram o modelo de Dennett (1991), e que pode ser classificada como integrativa segundo a categorização de Searle (2000a).

Baars (1996), então, considera que a consciência tem uma vasta gama de possíveis conteúdos (experiência consciente), os quais possibilitam acesso a novas habilidades e fontes de conhecimento. Essa qualidade se deve ao fato de que a consciência pode disseminar informações amplamente por todo o cérebro. Dessa forma, a consciência é vista como um portal para a integração do cérebro, possibilitando acesso integrativo entre funções neurais separadas (BAARS, 2002).

A característica de acesso da consciência permite a associação da experiência consciente com um sistema de espaço de trabalho global (*Global Workspace*). Este é um local onde processos mentais, conscientes e inconscientes, organizados como um sistema distribuído de proces-

sos de informações inteligentes trocam informações para produzir a experiência consciente (BAARS, 1988).

Nesse sistema distribuído, vários processos mentais especialistas inteligentes poderiam cooperar ou competir no esforço de resolver um problema cognitivo em comum. Juntos eles poderiam fazer mais do que apenas um único processo especialista (BAARS, 1988).

Ainda, nesse tipo de sistema, não existe um processo executivo central, apesar de que, no sistema nervoso humano, um exemplo de sistema distribuído, existem alguns processos executivos que atuam de maneira descentralizada. Todavia, sem um verdadeiro executivo, um sistema distribuído necessitaria de uma facilidade central, na qual os especialistas pudessem se comunicar (BAARS, 1988).

Para resolver esse dilema, Baars (1988) introduz um meio de comunicação para troca de informações centralizadas chamado de espaço de trabalho global ou quadro negro. Este pode ser imaginado como uma memória, na qual diferentes processos inconscientes podem realizar operações e os símbolos resultantes dessas operações são, então, escritos nesse quadro (mensagens conscientes), disponíveis aos demais processos do espaço de trabalho.

Dentro da arquitetura do espaço de trabalho global pode existir ainda uma **língua comum do funcionamento mental** que opera através de muitos processos. Tal código comum pode ser essencial para o funcionamento de um sistema de espaço de trabalho global, mesmo que mensagens possam ser distribuídas, localmente, no espaço de trabalho global. Contudo, uma língua franca, como esta, pode ser usada como um código espaço-temporal, útil para muitas estruturas especializadas do cérebro que são sensíveis a informações espaço-temporais (BAARS, 1988).

Cabe ressaltar que o uso da língua comum sugerida por Baars pode ser uma das aplicações da linguagem corpórea a ser apresentada no capítulo 4.

Francis Crick e Christof Koch (2003) apesar de acreditarem que o aspecto mais complicado da consciência seja a experiência consciente, o chamado “problema difícil” definido por Chalmers (1995). E que tentar produzir uma explicação para ele seria uma tarefa complicada e sem ganhos significativos. Optaram por encontrar um correlato neural da consciência que, ao ser explicado em termos causais, explicaria a característica da experiência consciente.

Apesar de esse correlato poder levar à explicação geral da consciência, Crick e Koch estão mais interessados no aspecto da natureza geral

da atividade neural que produz cada aspecto em particular da consciência, tais como a percepção da cor, forma ou movimento de um objeto.

Dessa forma, apesar de considerarem a consciência como um processo biológico como a teoria de Dennett (1991; 2005) o faz, eles propõem um modelo mais voltado ao sistema visual, deixando de lado outros aspectos da consciência, a saber: emoção e autoconsciência. Essa posição também pode ser comparada à busca por respostas a uma das divisões do problema da consciência proposta por Searle (2000a).

Assim, o modelo proposto está baseado no funcionamento do sistema cortical visual. O que poderia levar a hipótese de que humanos não seriam diretamente conscientes de seus pensamentos, mas sim das representações sensoriais dos pensamentos na sua imaginação (CRICK e KOCH, 2003).

Em relação ao processamento sensorial, ações podem ser disparadas em resposta a um tipo de estímulo. Algumas dessas ações são rápidas, transientes, estereotipadas e inconscientes. Outras, porém, são lentas, trabalhadas e conscientes, e mais, estas respostas podem interferir com repostas inconscientes. Essa diferença poderia explicar a existência de modos inconscientes e conscientes, úteis ao comportamento do indivíduo em um ambiente dinâmico (CRICK e KOCH, 2003).

Quanto à organização do córtex cerebral, pode-se afirmar que ele é uma rede altamente interconectada e especializada de neurônios. Nela, padrões de conexões podem ser formados, transientemente, de acordo com atividade de grupos de neurônios, as chamadas *coalizões*. Essas coalizões são muito comuns na frente do cérebro e muitas delas conseguem acesso à consciência, enquanto outras apenas são contruídas de forma inconsciente. Entretanto, as coalizões frontais não são as mesmas que acontecem na parte de trás do cérebro. As frontais interagem de forma massiva, mas não, exatamente, de forma recíproca como as coalizões da parte de trás do cérebro o fazem (CRICK e KOCH, 2003).

A atividade de um grupo de neurônios, em uma dada coalizão, às vezes, pode representar, explicitamente, a presença ou não de uma característica em uma cena visual. Este grupo, denominado nó, faz parte de uma rede neural, onde cada nó é necessário para expressar um aspecto da percepção. Assim, uma coalizão, em particular, seria composta por conjuntos de nós interativos que se auto-sustentam. Dessa forma, um nó somente não poderia produzir consciência, mas uma coalizão de nós poderia (CRICK e KOCH, 2003).

Para alcançar a consciência, as atividades responsáveis por uma característica deveriam alcançar um limiar, que poderia ser uma forma em particular de disparo neural, ou a manutenção de altas taxas de dis-

paro, ou algum tipo de sincronia ou ainda um salto, dentre outros fatores fisiológicos dos neurônios e do cérebro (CRICK e KOCH, 2003).

Por fim, um correlato neural da consciência a qualquer tempo ativaría apenas uma fração de seus neurônios, que influenciam outros neurônios que não fazem parte do correlato. Isto pode ser a chave para a preparação inconsciente que possibilita que as coalizões se tornem conscientes (CRICK e KOCH, 2003).

Giorgio Marchetti (2001) apresenta uma teoria que descreve a consciência como sendo o resultado de um processo determinado pela contínua interação de dois sistemas: sistema perceptual e esquema do “eu”. Essa teoria tem relação com o modelo de Dennett (1991; 2005) e Baars (1988) por ser uma teoria de integração que estabelece um mecanismo complexo para descrever a consciência. A diferença entre esses autores é que o modelo de Marchetti (2001) centra a emergência da consciência na unidade “eu” conjuntamente com processos sensoriais ligados a esta.

Assim, na teoria de Marchetti (2001), o primeiro sistema, sistema perceptual, age como um monitor que, continuamente, verifica o que acontece dentro e fora do organismo, informando diretamente ao esquema do “eu”. Isso acontece porque as ações do organismo são percebidas (conscientemente) somente após suas execuções. Por esse tipo de funcionamento, essas ações possuem um papel causal no comportamento humano, pois elas modificam o esquema do “eu” e ainda permitem ao organismo agir voluntariamente e autonomamente (MARCHETTI, 2001).

No segundo sistema, cada interação do esquema do “eu” é modificada pelas percepções, gerando, então, uma percepção única e específica, um pulso de consciência. Um fluxo de consistência é mantido devido ao esquema do “eu” possuir uma hierarquia de princípios que são voltados para manutenção da sobrevivência do organismo.

Esses sistemas são interligados pela atenção. Este é o elemento chave que representa a percepção consciente e a experiência subjetiva. Uma vez que o aspecto mais importante da consciência, seu poder de direcionar o organismo de acordo com o que está nela no momento, somente é possível graças à característica principal da atenção, ao poder de seletividade (MARCHETTI, 2001).

A importância da seletividade da atenção é caracterizada pela mente consciente que pode ser tomada ou preenchida apenas por um objeto por unidade de tempo. Isso acontece quando objetos são formados na mente consciente, quando qualquer ação do organismo provoca sensações concernentes ao corpo e ao ambiente e o corpo relacionado ao

ambiente. Desse modo, a seletividade prepara o organismo para entender e definir seus limites e os limites dos objetos do ambiente (MARCHETTI, 2001).

Assim, a atenção permite ao sistema perceptual captar as ações do organismo e atualizar o esquema do “eu”. Isso quer dizer que o organismo pode perceber, conscientemente, seu papel no ambiente e, ainda, pode ajustar seus próprios objetivos e modificar, autonomamente, seu próprio esquema do “eu”. Essa é a característica mais importante da consciência (MARCHETTI, 2001).

A teoria de Marchetti (2001) tem pontos fundamentais relacionados à teoria de António Damásio (2000b), porém existe uma grande diferença entre essas teorias. A teoria de Damásio leva em consideração as emoções como necessárias para a construção do sentimento essencial para a configuração da consciência.

As teorias apresentadas adotam uma visão mentalista / materialista sobre a possibilidade de descrição da consciência. Isto quer dizer que a consciência é uma propriedade ou função exclusivamente mental e que não necessita do suporte de um corpo para sua emergência, pois basta um correlato cerebral para se explicar e mesmo reproduzi-la.

Essa visão deixa de lado o suporte do corpo humano, pois considera a mente como único elemento necessário para a reprodução da consciência. Contudo, pode-se pensar no cérebro como um órgão que tem como função básica a manutenção do corpo. Isso quer dizer que, apesar das funções cognitivas possibilitadas pela mente consciente, o cérebro ainda necessita controlar um corpo para que essas funções sejam disponibilizadas.

Por este motivo, a seção seguinte apresenta algumas teorias sobre consciência que levam em consideração o suporte do corpo como elemento fundamental para a emergência e manutenção do “fenômeno consciência”.

2.4 Consciência e corporificação

*“This ‘I’ you speak of is not some pearly something outside the physical world or something in addition to the team of busy, unconscious robot whose activities compose you, and hence it should not be left out of the accounting.”*³
(DENNETT, 2005 p. 75)

³ Este eu que você fala não é algo precioso, algo fora do mundo físico ou algo a mais ao grupo ocupado e não consciente de robôs cuja atividade compõe você, e desse modo ele não deveria ser deixado de lado na explicação [da consciência]. Tradução livre do autor.

Um elemento central ancorado no corpo pode ser o ponto chave para uma tentativa de explicação da consciência. A noção de “eu” parece ser o marco para se tentar entender a consciência humana, pois a mente é uma criação do cérebro que toma contornos de consciência quando a entidade “eu” surge.

As teorias de consciência que seguem o caminho da corporificação podem fornecer explicações mais próximas do “fenômeno consciência”. Assim, para contextualizar a necessidade do suporte de um corpo vinculado à noção de “eu” e da inclusão das emoções, os seguintes autores têm suas teorias expostas: Andy Clark, Lakoff, Ledoux e Ramachandran. Os dois primeiros argumentam sobre um novo papel das ciências da cognição por meio da corporificação e pela definição de uma nova linha filosófica.

Ledoux mostra como as emoções podem ser importantes para esse novo paradigma. Enquanto Ramachandran apresenta uma teoria alinhada a esse paradigma e considera a união do corpo e “eu” como peça fundamental da explicação da consciência.

Assim, Andy Clark (1997) começa a contextualização ao afirmar que diferente das teorias que estudam a mente e deixam de lado os detalhes materiais, por serem considerados irrelevantes em suas explicações da consciência, as ciências da mente (ciências cognitivas) perseguem um outro objetivo: entender como o pensamento é materialmente possível.

Assim, ao se pensar no cérebro como controlador da atividade corporificada, muda-se a perspectiva do estudo da mente. Isso força a mudança de visão sobre a mente como algo distinto do corpo, pois, desse modo, não existe divisão entre percepção, cognição e ação. Por consequência, abandonam-se os métodos que consideram a separação entre mente e tomada de ação corporificada. Esse novo panorama permite que uma nova metodologia científica surja: a **ciência cognitiva corpórea** (CLARK, 1997).

Essa nova metodologia apresenta algumas características que a tornam ideal para lidar com problemas encontrados na ciência cognitiva tradicional. A primeira delas é que as entradas de um sistema cognitivo seriam medidas em quantidades físicas; as saídas seriam ações e o comportamento seria restringido por fatores envolvendo parâmetros, sobretudo biológicos, para lidar com a variável tempo, no ambiente (CLARK, 1997).

A segunda característica seria a adoção de soluções descentralizadas, pois ações inteligentes coordenadas não necessitam sempre de um controle central detalhado. Às vezes, ações inteligentes globais surgem

devido ao produto de interações múltiplas e simples, envolvendo indivíduos ou componentes e/ou o ambiente (CLARK, 1997).

A terceira seria ter uma visão mais ampla da relação entre cognição e computação, pois processos computacionais estão, frequentemente, espalhados no espaço e no tempo. Desse modo tais processos poderiam ir além das fronteiras corpóreas de um indivíduo e incluir múltiplos elementos externos de outros indivíduos ou ambiente, em situações coletivas de solução de problemas (CLARK, 1997).

Esses novos aspectos, então, levam em consideração características corporais e do ambiente na modelagem cognitiva, contudo ainda apresentam certos desafios. Um deles é a questão da identidade. Pois, a cognição, segundo esse novo ponto de vista, considera as fronteiras entre o corpo e o mundo dinâmicas. Por exemplo, o cérebro-corpo se valeria de artefatos externos para processar informações, como mídias externas que provêm ao cérebro informações que não necessitam ser retrabalhadas internamente para produzir ações (CLARK, 1997).

Assim sendo, a noção de identidade de um indivíduo poderia ser entendida como o “eu” preso em um envoltório de carne e ossos. Mas suas crenças, conhecimentos e outros estados mentais seriam dependentes de veículos físicos. Estes poderiam se espalhar de tal modo que eles pudessem incluir aspectos selecionados do ambiente local. Por conseguinte, o “eu” seria visto como a união entre corpo e mente por meio da manipulação de recursos para modificar, alterar ou transformar suas atividades de resolução de problema (CLARK, 1997).

Então, a partir dessa nova visão sobre as ciências cognitivas pode-se concluir que o cérebro está corporificado em um indivíduo capaz de criar e explorar estruturas no ambiente, considerado agora como um recurso a ser fatorado nas soluções de problemas. Por conta disso, ele não precisa duplicar as estruturas do ambiente para suas necessidades. Ele precisa aprender a explorar tais estruturas de forma a aproveitar suas peculiaridades para maximizar sua capacidade de armazenamento e processamento (CLARK, 1997).

George Lakoff e Johnson (1999) adotam o mesmo ponto de vista de Clark em relação à necessidade de uma nova visão sobre as ciências cognitivas. Em relação a isso, eles introduzem a **filosofia de mente corporificada**, uma nova forma de se ver o pensamento filosófico tradicional. Neste a razão é vista como descorporificada e possível apenas conscientemente pelo uso de conceitos abstratos.

Contudo a filosofia corporificada institui que a razão está relacionada às peculiaridades do corpo e cérebro. E mais, as interações do cor-

po e do cérebro com o ambiente fornecem a base inconsciente para o sentido do que é real para o sujeito (LAKOFF e JOHNSON, 1999).

A dependência da configuração corpórea para os seres vivos, lhes atribui uma característica chamada categorização. Pois o cérebro humano capta informações sensoriais e as processa por meio de vários níveis de redes neurais. Isso permite afirmar que a natureza corpórea molda as possibilidades para categorização e conceitualização, por conseguinte, molda a realidade do ser (LAKOFF e JOHNSON, 1999).

O produto da categorização, as categorias, é formado pelo corpo na sua maioria de forma inconsciente, e, por sua natureza sensorio-corporal, as categorias são partes da experiência de vida de um ser. Já os conceitos são estruturas neurais que permitem caracterizar, mentalmente, as categorias e raciocinar sobre elas. Isso devido aos conceitos serem corpóreos, e, dessa forma, eles podem ser redefinidos como sendo uma estrutura neural que, na verdade, faz parte ou faz uso do sistema sensorio-motor do cérebro (LAKOFF e JOHNSON, 1999).

Assim, pode-se dizer que a corporificação dos conceitos por meio de metáforas associativas de processos de categorização sensorio-motores com o conhecimento do sujeito constitui a base para a explicação e descrição da mente humana. Esta por sua vez é dividida em três níveis: neural, fenomenológico (consciência) e inconsciente (LAKOFF e JOHNSON, 1999).

O nível de corporificação neural refere-se às estruturas que caracterizam conceitos e operações cognitivas em um nível neural.

O nível fenomenológico é consciente ou pelo menos acessível à consciência. Ele agrega a autoconsciência dos estados mentais, corpo, ambiente e das interações físicas e sociais. Ainda, neste nível trata-se da experiência consciente, isto é, a maneira como certas coisas parecem para um indivíduo (LAKOFF e JOHNSON, 1999).

Por fim, no nível inconsciente cognitivo está tudo que fica abaixo da consciência. Ele consiste de todas as operações mentais que estruturam e tornam possíveis as experiências conscientes. Os processos inconscientes usam ou guiam os aspectos motores e perceptuais do corpo (LAKOFF e JOHNSON, 1999).

Joseph Ledoux (2002) alinhado com a visão apresentada por Lakoff e Johnson (1999) ao entender que a filosofia precisa acrescentar um fator corpóreo à mente, para que respostas mais precisas possam ser produzidas sobre a origem da consciência como um processo mental.

Ainda, amplia a noção de “eu” apresentada por Clark (1997) ao afirmar que os cientistas tradicionais têm a visão de que a capacidade de ser uma pessoa é uma característica da inteligência em criaturas consci-

entes, porém a questão da identidade pode ser entendida segundo um ponto de vista corpóreo indiferente da capacidade mental do ser. Assim, a consciência seria, de fato, a qualidade que define a capacidade de ser uma pessoa. Dessa forma, o conceito de “eu” estaria relacionado à noção filosófica de pessoa (LEDOUX, 2002).

Todas as criaturas vivas possuem um “eu” implícito, independente se elas possuem a capacidade de autoconsciência ou não. Contudo, somente aquelas com autoconsciência possuem um “eu” explícito. A diferença entre esses tipos de “eu” se deve ao fato de que o implícito é formado por memórias tácitas de processos inconscientes, já o explícito é formado por memórias de longa duração que podem ser usadas conscientemente (LEDOUX, 2002).

Isso quer dizer que a consciência depende também de processos cognitivos inconscientes. Logo as noções de pessoa e de consciência deveriam ser reavaliadas segundo a perspectiva de que a personalidade, o “eu”, reflete padrões de inter-conectividade entre neurônios no cérebro, e que funções cognitivas inconscientes são fundamentais para a emergência do “eu” e da consciência (LEDOUX, 2002).

Partindo-se desse ponto de vista, o “eu” poderia ser entendido em termos de sistemas cerebrais implícitos e explícitos que estariam envolvidos na aprendizagem e no armazenamento de informações significativas para a vida da pessoa (LEDOUX, 2002).

Esses sistemas seriam formados por diversas conexões entre neurônios, as chamadas sinapses. Elas são formadas por influências genéticas e não genéticas. E mais, elas são a chave para as muitas funções do cérebro, inclusive o “eu”. Pois, por meio de uma característica dos sistemas cerebrais, a plasticidade paralela, as sinapses fornecem meios para tais sistemas armazenarem informações (memórias) aprendidas durante as interações entre eles e o ambiente (LEDOUX, 2002).

Um desses tipos de memória é a chamada memória de trabalho. Ela é um sistema cerebral que armazena, temporariamente, o conteúdo da experiência consciente de uma pessoa, informações de pensamentos atuais ou o que se está prestando atenção em um dado momento. Ela está envolvida no pensamento e na solução de problemas. Todavia, ela não é somente o resultado de informações presentes, seu processo de armazenamento depende dos tipos de experiências do passado, armazenadas na memória de longo termo (LEDOUX, 2002).

Dessa forma, o funcionamento da memória de trabalho poderia fornecer pistas sobre o funcionamento da consciência. Mas não completamente, pois a consciência depende da linguagem para sua produção final (LEDOUX, 2002).

Apesar dos sistemas neurais fornecerem as bases para a formação do “eu” e das memórias ligadas a interações desse eu com o ambiente, ainda falta um elemento importante para se determinar a natureza biológica dos mecanismos do “eu” sináptico, as emoções (LEDOUX, 2002).

As emoções são processos em que o cérebro, primeiramente, determina o valor de um estímulo. Depois, produz respostas corporais de acordo com esse estímulo. Logo após, sentimentos (em humanos) emergem devido ao cérebro ter determinado que algo importante esteja presente e o corpo está reagindo a isto (LEDOUX, 2002).

Assim, os sentimentos são a experiência consciente das emoções, e devido à memória de trabalho armazenar conteúdo consciente, os sentimentos seriam a representação dos elementos que compõem um estado emocional (LEDOUX, 2002).

O “eu” seria, então, mantido por sistemas neurais que funcionam explicitamente (consciência) e implicitamente (inconsciência) interligados por estados emocionais. Por meio dos sistemas explícitos, o indivíduo tenta ditar o que ele é e como ele se comporta, contudo os sistemas implícitos são mais fortes e não permitem sucesso total nesta tarefa. Porém, se as sinapses dos sistemas implícitos mudarem por algum motivo, a personalidade mudará também. Por este motivo, a união de emoções, pensamentos e ações determinam um “eu” sináptico, uma pessoa (LEDOUX, 2002).

Vilayanur S. Ramachandran (2004) ao dividir a explicação da consciência na resolução de dois problemas, utiliza a noção de cognição / filosofia corporificada de Clark (1997) e Lakoff e Johnson (1999) para expressar a questão das sensações subjetivas (experiência consciente) no primeiro problema. E, no segundo problema, une a necessidade de um “eu” corporificado como o proposto por Ledoux (2002) para tentar explicar a entidade que define um indivíduo que pode sentir e expressar sensações subjetivas, o “eu”.

A resolução desses dois problemas passa pelo entendimento de que matéria (corpo) e mente, apesar de parecem ser coisas muito diferentes, são duas formas diferentes para se descrever o mundo, cada uma sendo completa na sua maneira. Assim, o “eu” e as sensações subjetivas podem ser vistos como dois lados da mesma moeda. Pois ambos se referem tanto ao corpo quanto à mente (RAMACHANDRAN, 2004).

Assim, para tentar explicar o segundo problema, pode-se afirmar que o corpo interage com o ambiente externo e interno por meio de sensores localizados em regiões corpóreas, tais como os olhos, a boca, os ouvidos e a pele. Esses sensores fornecem além das sensações externas ao corpo, sinais internos ao próprio corpo, a chamada interocepção. O

conjunto desses dois tipos de sensações é, devidamente, reconhecido e imediatamente associado a algum tipo de emoção. Essa associação gera representações sensórias e motoras para qualquer objeto com o qual o corpo interaja (RAMACHANDRAN, 2004).

O processo de reconhecimento e associação de uma relação emocional entre objeto e corpo, junto com um mapeamento dinâmico interno dos elementos do próprio corpo, além de um mecanismo neural capaz de reproduzir eventos externos de uma forma “simulada”, são a chave para produção da imagem do corpo. Essa imagem representa o “eu”, como corpo e mente unidos para formar uma entidade única, o indivíduo. Esta seria uma solução para o problema do “eu”, pois apresenta o “eu” como um conjunto de fenômenos ou processos que dão origem a uma entidade individual responsável pelo sentimento de unidade que cada ser humano experimenta (RAMACHANDRAN, 2004).

Com uma solução para o problema do “eu”, estabelece-se que é necessário um corpo unido à mente para se definir os meios de expressão das sensações conscientes segundo um ponto de vista interno. Assim, parte-se para a definição de um possível mecanismo neurológico que explique a atribuição de sensações subjetivas aos processos sensórios e motores de percepção (RAMACHANDRAN, 2004).

Nesse mecanismo, as representações sensórias e motoras desprovidas de sensações subjetivas adquirem-nas durante o processo de percepção. Neste, elas são codificadas em conjuntos manejáveis para melhor processamento por alguma estrutura superiora central executiva do cérebro. O resultado desse mecanismo é a criação de uma representação de ordem superior (RAMACHANDRAN, 2004).

As representações de ordem superior são o primeiro tipo de representação que o cérebro pode criar para um dado objeto. Devido à natureza do funcionamento do cérebro, novas representações são geradas. Estas, por sua vez, surgem a partir das primeiras representações e são denominadas representações de segunda ordem ou meta-representações (RAMACHANDRAN, 2004).

As meta-representações (representação da representação) são representações mais simples dos processos automáticos do cérebro e servem para enfatizar certos aspectos das primeiras representações (ordem superior). Isso serve para a criação de conjuntos de símbolos que facilitem a constituição de aglomerados de símbolos em sequência (pensamento) (RAMACHANDRAN, 2004).

As representações de emoções são diferentes de suas meta-representações, pois estas permitem ao “eu” refletir sobre as emoções e tomar decisões sofisticadas. Isso acontece quando, aos objetos que inte-

ragem com o corpo, são associados a reações emocionais internas do corpo a esses objetos. Com isso, o corpo precisa de um mecanismo para interpretar essas reações e agir de acordo com elas. Assim pode-se dizer que as emoções, nos humanos, são tão sofisticadas quanto a razão (RAMACHANDRAN, 2004).

Por fim, a estrutura superiora central executiva do cérebro responsável pela reflexão sobre emoções e tomada de decisão pode ser entendida como o “eu”, definido a partir da constante criação de meta-representações. Um componente importante dessa estrutura são os neurônios espelho, os quais permitem o sentido de corporificação de uma autoconsciência. Dessa forma, tanto as sensações subjetivas quanto o surgimento do “eu” formam um conjunto, mente-corpo, o qual dá origem à consciência humana (RAMACHANDRAN, 2004).

As idéias de Clark (1997) sobre um novo meio de se encarar a ciência da cognição e o suporte filosófico desenvolvido por Lakoff e Johnson (1999), fornecem meios de se entender a proposta de Ledoux (2002) sobre o “eu” corporificado responsável pela formação de um indivíduo a partir da integração da mente com o corpo. E mais, sobre a sugestão de Ramachandran (2004) acerca da união dos aspectos fenomenal e corporificado do “eu” como base para a explicação da consciência.

Esses autores forneceram uma introdução ao contexto do estudo da consciência segundo um ponto de vista corpóreo. Na seção seguinte, são apresentadas três teorias sobre a origem da consciência para fechar a contextualização deste trabalho.

2.5 Teorias de consciência sob o ponto de vista corpóreo

As idéias apresentadas, na seção anterior, introduziram a noção de que a ciência da cognição, ao adotar um ponto de vista corpóreo, pode fornecer uma base teórica sólida sobre a natureza mental e corporal da identidade humana, o “eu”.

Nesta seção, as teorias de consciência de Thomas Metzinger (2000) e Gerald Edelman (2004) são apresentadas para embasar a escolha da teoria de António Damásio (2000b), como base teórica deste trabalho.

Ainda, explicações corpóreas da consciência possuem bases teóricas mais sólidas e componentes que podem ser testados de forma mais concreta do que as teorias estritamente cognitivas ou filosóficas não corporificadas. Por este motivo, este trabalho adotará a linha de pesquisa

da cognição corpórea como base para o desenvolvimento do modelo de linguagem corpórea a ser apresentado no capítulo 4.

Assim, apresenta-se a teoria de Thomas Metzinger (2000), que afirma para se entender a consciência segundo um ponto de vista representacionalista, deve-se descrevê-la como um sistema representacional e seus estados conscientes como estados representacionais.

A partir dessa noção, Metzinger (2005) propõe uma teoria de consciência em que se especifique quais são as propriedades representacionais de um sistema de processamento de informação necessárias para a apresentação de representações fenomenais que possuem o mesmo conteúdo da consciência. Então, a base desta teoria é o conceito mínimo de consciência, que envolve as seguintes restrições: globalidade, “representabilidade” e transparência. Essas restrições são estabelecidas para determinar os limites em que a consciência pode ser definida.

A restrição da globalidade refere-se ao resultado de um processo de descrição em partes da realidade por um organismo, as representações mentais. Assim todo processamento de informações referentes à realidade é codificado na forma de representações. Porém, apenas um conjunto dessas representações se torna consciente, as representações fenomenais. Estas, por sua vez, são utilizadas por diversos processos cognitivos, devido a seu conteúdo estar disponível globalmente em um mundo interior que espelha o mundo exterior. Desse modo, um estado consciente pode ser visto como parte de um *modelo de mundo* (METZINGER, 2005).

A segunda restrição menciona o aspecto de os conteúdos conscientes estarem associados a uma representação de “internalidade” temporal. A qual por meio de um contexto representacional consegue gerar uma experiência no presente.

A última restrição, transparência, refere-se à capacidade de certos conteúdos não estarem acessíveis à experiência subjetiva (METZINGER, 2005).

O conjunto dessas restrições caracteriza a forma mais simples de consciência, a presença de mundo. Esta é o resultado da ativação de um modelo global de realidade coerente (restrição 1), dentro de uma janela virtual de presença (restrição 2) e um modelo que não pode ser reconhecido como um modelo gerado por si próprio (restrição 3) (METZINGER, 2005).

Nessa teoria, considera-se que “não existem coisas como ‘eu’ no mundo”. Pois o “eu” não é uma substância, uma essência imutável ou uma coisa. Ele representa um conteúdo especial, o conteúdo de um *modelo de “eu”* que não pode ser reconhecido como um modelo pelo sis-

tema que o utiliza. Seu conteúdo é dinâmico e representa as sensações corpóreas, a situação emocional e todos os conteúdos experimentados fenomenologicamente pelos processos cognitivos (METZINGER, 2005).

O modelo de “eu” expressa um “eu” fenomenológico, que é um processo integrado do conteúdo dinâmico do “eu” consciente. Entretanto, não se experimenta este conteúdo (autoconsciência) como sendo o conteúdo de um processo representacional, mas sim como um “eu” vivendo no mundo em um determinado momento, o agora (METZINGER, 2005).

O modelo de “eu” possui um componente de-baixo-para-cima direcionado por entradas sensoriais (auto-apresentação), em que tais entradas modulam a atividade dos processos de-cima-para-baixo, cujo resultado é a geração de novas hipóteses sobre o atual estado do sistema (auto-simulação). Dessa maneira, essas informações se transformam em imagens internas do sistema como um todo, isto é, a situação atual (auto-representação) (METZINGER, 2005).

Todos esses tipos de informações e conteúdos de representações fenomenais são parte de uma entidade (METZINGER, 2005). Essa entidade, o “eu”, é o resultado de aspectos diferentes das seguintes propriedades fenomenais de ordem superior (METZINGER, 2000)⁴:

1. *Mineness* – uma propriedade de formas *particulares* do conteúdo fenomenal, isto é, um sentido de propriedade;
2. *Selfhood* – a propriedade que é constituída por diferentes e constantes mudanças de tipos de conteúdo fenomenal, isto é, a experiência consciente de ser alguém;
3. *Perspectivalness* – a percepção do espaço fenomenal como estando organizado ao redor do “eu”.

Logo a existência de uma auto-representação permite definir uma fronteira entre o que pertence ao sistema e o que pertence ao mundo exterior. Assim, as informações relacionadas ao sistema estão disponíveis globalmente como uma imagem própria interna e as informações do mundo como não “eu”. Isto caracteriza as relações entre organismo e objetos do ambiente, representadas conscientemente. O conjunto dos conteúdos de sujeito-objeto-relações é, então, representado de tal modo que este processo de auto-representação distingue a característica prin-

⁴ Os termos foram cunhados por Metzinger e por este motivo uma tradução para o Português poderia descaracterizar o sentido original.

cipal da arquitetura da consciência humana, a contínua co-representação da relação representacional dela mesma (METZINGER, 2005).

Essa noção pode ser resumida pela chamada individualidade fenomenal mínima. Este é um conceito relacionado à corporificação e à forma mais simplista de autoconsciência. Este conceito é um desenvolvimento das três restrições da teoria de Metzinger (2000; 2005). Assim, a capacidade fenomenal de autoconsciência é, na verdade, uma representação global do corpo e não a junção de representações separadas do mesmo. O que descarta o sentido de agência corporal como fator necessário para a autoconsciência (BLANKE e METZINGER, 2009).

Gerald Edelman (2004) adota uma linha mais neurobiológica do que Metzinger (2000; 2005) ao afirmar que a consciência, apesar de fornecer um sentido de unidade a uma pessoa, não pode ser estudada ou teorizada como um bloco único. Sendo assim, Edelman considera que exista uma consciência primária, na qual um ser está em um estado de ciência das coisas do mundo, de produção de imagens mentais, junto com uma integração mental de grande quantidade de informações diversas. Esse estado tem como objetivo guiar a conduta presente ou eminente do ser, contudo esta não é acompanhada por um sentido de “eu” (EDELMAN e TONONI, 2004).

Existe também a consciência de ordem superior, nesta, o ser tem a habilidade de “estar consciente de se estar consciente”, o que leva o raciocínio sobre atos e afeições, além da habilidade de recriar o passado e formar o futuro intencionado. Isto por sua vez é a base para um sentido de “eu” (EDELMAN e TONONI, 2004).

As habilidades fornecidas pela consciência de ordem superior dependem da existência prévia da consciência primária no ser, da habilidade semântica e da habilidade lingüística. A consciência de ordem superior existe em amplitude mínima nos animais complexos e em amplitude máxima apenas nos seres humanos (EDELMAN e TONONI, 2004).

Partindo dessa divisão da natureza da consciência, Edelman (2004) propôs o chamado Neuro Darwinismo ou teoria da seleção de grupos neurais, cuja base teórica recai sobre três princípios básicos:

1. Seleção desenvolvimentista – neurônios que disparam juntos se conectam juntos;
2. Seleção experimental – variações nas ligações neurais dos grupos formados em (1);
3. Reentrada – conexões recíprocas entre grupos locais e de longa distância, que respondem a um conjunto de estímulos semelhantes. Serve para coordenar a sinalização espaço-temporal da

atividade de diferentes áreas do cérebro, não confundir com realimentação neural⁵.

A partir desses princípios Edelman (1992; 2004) traçou os detalhes sobre uma teoria de consciência, na qual os processos cerebrais essenciais para a operação dos mecanismos da consciência seriam: categorização perceptual, conceito e memória.

A categorização perceptual acontece pela interação dos sistemas motor e sensorio, denominada mapeamento global. Este mapeamento é representado por uma estrutura dinâmica que contém vários mapas sensorios, cada um com diferentes funcionalidades ligadas por reentradas. Então para a generalização de categorias, o cérebro necessita mapear suas próprias atividades que são representadas por vários mapas globais.

O resultado desse processo é a criação de um conceito ou mapas de seus próprios mapas perceptuais (um processo essencial da consciência) (EDELMAN, 1992, 2004).

O último processo essencial da consciência é a memória, que é uma propriedade de um sistema valor-categórico que reflete os efeitos de contexto e as associações de vários circuitos degenerados⁶ capazes de produzir uma saída similar, mas não idêntica. Sendo assim, cada evento da memória é dinâmico e sensível ao contexto (associativo). Assim, pode-se dizer que a memória é “re-categórica”, isto é, ela não replica, exatamente, uma experiência original (EDELMAN, 1992, 2004).

A massiva interação de reentradas entre os sistemas de memória e os sistemas de categorização perceptual permitem o surgimento da consciência primária. Pois devido às interações envolvendo sinais corpóreos (sistemas de valores, motores e reações emocionais), os processos centrais estão sempre centrados em torno de um “eu” que serve de referência para a memória. Este “eu” existe como a reflexão da integração de uma cena consciente⁷ em torno de um pequeno intervalo de tempo no presente (EDELMAN, 1992, 2004).

A consciência de ordem superior surge quando as áreas de formação de conceito, aquelas envolvidas com a consciência primária, são ligadas por circuitos de reentrada às áreas que medem a capacidade

⁵ Realimentação neural é o conjunto de conexões de sentido único que devolve informações pré-especificadas com fins de correção.

⁶ Degeneração é a habilidade de elementos diferentes estruturalmente de um sistema executar a mesma função ou produzir a mesma saída (no sentido biológico e físico).

⁷ Uma cena consciente é constituída simultaneamente por: entrada sensoria, conseqüências da atividade motora, imagem, emoções, sensações do corpo, várias memórias e um perímetro periférico.

semântica (linguagem). Contudo, apesar da emergência da consciência de ordem superior depender diretamente da consciência primária, um indivíduo agora possuidor de palavras e significados, pode transcender as barreiras do presente oferecido pela consciência primária e, assim, criar cenas futuras e atribuir significado a cenas passadas (EDELMAN, 1992, 2004).

Assim, a habilidade para construir uma cena relacionada à história de valores e categorias de um indivíduo marca a aparição do “eu”. Pois, um “eu” derivado da consciência primária não consegue simbolizar seus estados de memória. Entretanto, a capacidade de conceitualizar um “eu”, passado e futuro, surge apenas com a aparição da consciência de ordem superior (EDELMAN, 1992, 2004).

António Damásio (2000b) assim como Edelman (1992; 2004) e Ramachandran (2004) também divide o fenômeno da consciência em dois problemas, intimamente, relacionados. Sendo que o primeiro refere-se ao entendimento de como o cérebro engendra padrões mentais denominados “imagens de um objeto”. E o segundo refere-se a como, paralelamente, ao engendramento desses padrões mentais para um objeto, o cérebro também engendra um sentido de “eu” no ato de conhecer. Então a consciência, de seus padrões elementares até os mais complexos, seria o padrão mental unificado que reúne o objeto e o sentido de “eu” no cérebro.

Em sua teoria de consciência, Damásio (2000b) faz uma distinção da consciência em consciência central e consciência ampliada. A consciência central permite aos organismos sentirem que o conteúdo de seus pensamentos são seus, que são formulados na perspectiva do organismo e que o organismo pode agir nesses pensamentos. Já a consciência ampliada abrange um vasto campo de pensamentos, os quais retratam o estado presente do organismo, além de seu passado e futuro esperado.

A divisão do problema da consciência estabelecida por Damásio (2000b) é semelhante a feita pelos autores citados anteriormente, no que diz respeito a dividir a consciência em uma parte relacionada ao problema da identidade, o “eu” e outra, relacionada aos aspectos mais complexos da mente e cognição. Contudo, Damásio (2000b) pauta sua teoria na construção do “eu” corporificado desde o nível da inconsciência até o nível mais elevado de consciência. E mais, os mecanismos essenciais para a emergência da consciência são aqueles relacionados às emoções e aos sentimentos.

A teoria de consciência de Damásio (2000b) persegue o problema da geração do “eu” e difere da teoria de Edelman (1992; 2004) e dos demais autores apresentados neste capítulo. Ele desconsidera o papel da

linguagem como agente promovedor dos processos de autoconsciência. Essa característica facilita a produção de um modelo computacional ao permitir a modelagem de um artefato voltado a seus processos internos e deixando de lado o processamento de linguagem.

Além dessa vantagem, a teoria de Damásio (2000b) será a utilizada neste trabalho por este se tratar uma continuação de uma linha de pesquisa iniciada pelas seguintes teses (VALLE FILHO, 2003; HALF-PAP, 2005).

2.6 Considerações

Este capítulo apresentou várias definições do termo consciência. Entretanto, a melhor delas é a união de cada uma em seus detalhes ou ainda “se um conceito de consciência não é preciso o suficiente, então o explorando chegaremos às verdades sobre a consciência que nós, atualmente, não temos conhecimento” (ANTONY, 1999).

A apresentação sobre o tema consciência tentou contextualizar o motivo da definição do objetivo principal deste trabalho, pois a inspiração para a modelagem de uma linguagem corpórea surgiu da idéia de tentar incorporar esta linguagem à teoria de consciência de Damásio.

Além das definições, foram apresentados argumentos sobre a viabilidade do estudo da consciência, apesar de sua complexidade. Isto, por sua vez, culminou com a exposição de algumas das teorias mais conceituadas em relação à possibilidade de explicação tradicional para o problema da consciência.

A noção de consciência corporificada foi apresentada e pôde-se destacar, nas teorias de Edelman, Metzinger e Damásio, os seguintes elementos em comum: uma noção construtiva de “eu” corporificado; e a necessidade de, além dos mecanismos mentais e corporais como base para o surgimento da consciência.

A teoria de Damásio será detalhada no próximo capítulo. A sua formulação foi escolhida por apresentar uma boa possibilidade de reprodução computacional, uma vez que ela mostra vários elementos que podem ser reproduzíveis em artefatos computacionais.

3 MODELO DE CONSCIÊNCIA PARA UM ARTEFATO

3.1 Introdução

No capítulo anterior, foi apresentado um resumo introdutório sobre o campo de estudo da consciência, para contextualizar a noção de que a consciência surge a partir de um corpo/cérebro, a partir da teoria de António Damásio (2000b).

A escolha da teoria de Damásio acontece porque suas pesquisas sobre consciência apresentam um nível de explicação e um detalhamento que podem ser empregados na produção de um modelo computacional que permitiria a constituição de uma consciência artificial em um artefato.

Assim, o propósito deste capítulo é o de apresentar o refinamento de um modelo de consciência artificial para artefatos iniciado com o trabalho de Halfpap (2005), a partir das idéias e das pesquisas de Damásio (2000b) sobre o surgimento da consciência.

Faz-se necessária uma observação. Segundo a teoria de Damásio (2000b), a emergência de um “eu” corporificado não necessita da capacidade cognitiva chamada linguagem. Isto, então, permite afirmar que a emergência da consciência não necessita diretamente da linguagem. Apesar de a linguagem ser um fator importante para o desenvolvimento da consciência como um todo.

A noção de “eu” utilizada, nesta tese, não tem relação direta com o conceito de autoconsciência empregado na filosofia tradicional. Neste uma pessoa reconhece sua própria existência no tempo e no espaço em relação ao mundo que a cerca. Segundo Damásio (2000b, p. 37), “se a ‘autoconsciência’ for considerada ‘consciência com um sentido do eu’, então toda a consciência humana é, necessariamente, abrangida por esse termo”.

Então, o texto a seguir inicia com o estabelecimento do conceito fundamental para a presente discussão, de o que seria um artefato (artificial ou biológico), seção 2.

Em seguida, a teoria de Damásio é exposta em três momentos: no primeiro, na subseção 3.1, a importância de um corpo para o estabelecimento de um “eu”; no segundo, o “eu” fundamental para o surgimento da consciência é apresentado na subseção 3.2; e, na subseção 3.3, a finalização da teoria a partir dos últimos estudos de Damásio.

Na seção 4, será apresentado o modelo formado a partir do exposto nas seções anteriores. E, ao final deste capítulo, algumas considerações sobre o desenvolvimento do modelo e da teoria de Damásio.

3.2 O que é um artefato

Um *artefato* (nome cuja raiz em latim (1821) é: arte + *factum*, “feito com arte”) pode ser definido como um objeto que foi feito ou produzido intencionalmente, por atividade humana, para algum propósito prático (MERRIAM-WEBSTER, 2000; PHILOSOPHY, 2007).

A palavra “artefato” é usada em um sentido (arqueológico) mais restrito ao se referir simplesmente a objetos feitos a mão, tal como uma ferramenta, arma ou ornamento que representam, historicamente, uma cultura em particular (PHILOSOPHY, 2007).

Nas ciências experimentais, a expressão “artefato” é, às vezes, usada para se referir aos resultados que não são manifestações do fenômeno natural sobre investigação, mas são devidos a um arranjo experimental em particular (PHILOSOPHY, 2007). Tal experimento poderia ser causado por observação ilusória durante medição do experimento (fenômeno de origem humana, artificial ou acidental) (DIJK, 2001; LA-ROUSSE, 2007), originária de imperfeições no método ou na aparelhagem (LEXIKON, 1999).

Um objeto é um artefato se e, somente, se ele tem um autor (criador). A existência de alguma das propriedades de um artefato depende da intenção do autor em fazer um artefato de um certo tipo (PHILOSOPHY, 2007). Assim, por exemplo, um artefato e um objeto, em um ambiente digital, apresentam somente as propriedades referentes ao mundo virtual, determinadas pelo programador desse ambiente.

Assim, utiliza-se o conceito de artefato como uma criação realizada para testar uma teoria. Este trabalho irá utilizar um artefato computacional para apresentar um meio de executar o modelo de linguagem corpórea.

3.3 A teoria de consciência de António Damásio

Apesar de a consciência ser um fenômeno privado, ela pode ser estudada por ferramentas cognitivas e neurobiológicas. Essas ferramentas ajudam na descrição da natureza cognitiva, dos correlatos comportamentais, da origem evolutiva e do papel funcional da consciência. Este papel pode ser determinado por características neurofisiológicas e neuroanatômicas relacionadas ao funcionamento da consciência (DAMÁSIO, 1998).

Damásio (2000a) propõe a divisão do estudo da consciência como a resolução da combinação de dois problemas relacionados. O primeiro seria como o cérebro constrói os padrões neurais chamados de

imagens de um objeto. Este problema pode ser pensado como o problema de se conseguir produzir um “filme-no-cérebro”. O segundo é o problema de como o cérebro pode ser capaz de construir padrões mentais para um objeto, ao mesmo tempo, em que ele constrói um senso de “eu” no ato de conhecer o objeto.

Sendo assim, para se resolver o problema da consciência ter-se-ia que descobrir tanto as bases biológicas não somente dos padrões mentais para um objeto quanto os padrões mentais que respondem pelo senso de “eu”. Este senso forneceria uma perspectiva baseada na criação de um proprietário unificado levando em consideração os eventos ocorridos dentro do organismo e aos seus arredores (DAMÁSIO, 2000a).

Uma proposta teórica para o segundo problema da consciência estaria fundamentada na hipótese de que o “eu” necessitaria de uma representação do organismo. Ainda, o processo de percepção dependeria de mudanças nas representações do corpo, devidas ao processamento de imagens sobre qualquer objeto colocado na consciência. E principalmente, a consciência estaria ligada aos mecanismos de regulação da vida (DAMÁSIO, 1998).

Essa teoria de consciência será melhor explanada em termos de seus elementos fundamentais, que estão distribuídos em três partes, obtidas de livros publicados por Damásio e descritos segundo a organização básica desses livros. Na primeira, descreve-se a origem do problema do surgimento do “eu” neural. A seguir, este “eu” será apresentado como ator principal da consciência. Por fim, serão apresentadas algumas implicações filosóficas dessas idéias.

3.3.1 Base biológica

Em seu livro “O erro de Descartes” (1999), Damásio introduz suas idéias sobre a relação entre razão e emoções, cuja base está assentada em um substrato biológico. Elas serão expostas nas subseções seguintes.

3.3.1.1 Razão

A razão humana, em termos corporais, não depende apenas de um centro cerebral, mas sim de vários sistemas cerebrais que funcionam de forma coordenada, divididos em níveis de organização neural. Esses sistemas, por sua vez, podem ser divididos em regiões de alto nível e de baixo nível. Sendo que essas regiões trabalham de forma cooperativa para a produção da razão.

Os substratos biológicos da razão e as regiões de baixo nível são os mesmos que regulam o processamento das emoções e dos sentimentos, além das funções corporais necessárias para a sobrevivência do organismo. Ainda, nesses níveis, mantêm-se relações com todas as partes do corpo, o que lhes garante um papel importante nos processos de alto nível que originam a razão, tomada de decisão e comportamento social. Estas funções cognitivas podem ser agrupadas em uma palavra: raciocínio.

A finalidade principal do raciocínio seria a tomada de decisão, a qual consiste na escolha de uma resposta em uma dada situação. Assim, um sujeito para tomar uma decisão precisaria ter conhecimento da situação, das opções de respostas e das conseqüências dessas respostas.

A razão era pensada, filosoficamente, como a escolha feita por um sujeito quando este, de posse de suas melhores condições mentais para decidir, fosse levado a pensar, deixando a lógica formal conduzi-lo à melhor solução. Para alcançar os melhores resultados, então, as emoções deveriam ser deixadas de lado, pois o processo racional não deveria ser prejudicado pela paixão.

Contudo, a razão depende da memória de trabalho e de atenção para armazenar cenários para análise de viabilidade de opções e suas conseqüências. Entretanto, ambas têm capacidade limitada, o que inviabiliza que decisões complexas sejam tomadas, pois a não habilidade de um sujeito em lidar com a crescente quantidade de escolhas acarretaria em uma incapacidade de atribuir valores adequados às opções, dessa forma não seria possível determinar a melhor escolha.

Uma alternativa a este dilema seria a hipótese da existência de um marcador-somático, cuja função seria marcar possíveis escolhas antes mesmo que processos mais racionais pudessem tomar conhecimento da existência dessas escolhas. Por esta via, os sentimentos gerados a partir de emoções seriam interligados, previamente, por meio da aprendizagem, às escolhas futuras para determinados cenários.

Assim, por exemplo, durante o processo de decisão, um marcador-somático positivo pode ser justaposto a uma determinada escolha e o resultado desse processo é o incentivo dela. Já o oposto seria a atribuição de um alarme para uma escolha marcada negativamente. Então os marcadores-somáticos em si não tomariam a decisão final pelo sujeito, pois eles são apenas um meio para se diminuir o número de escolhas e de indução para uma melhor decisão.

Logo os impulsos biológicos e as emoções poderiam influenciar a tomada de decisão de forma negativa, quando as influências corporais negativas estão voltadas ao instinto de sobrevivência, e estas se sobre-

põem aos fatos objetivos ou elas interferem nos mecanismos de tomada de decisão. Já, a tomada de decisão sofre influência positiva quando as circunstâncias importantes para o comportamento racional, em domínios pessoal e social, se mostram mais fortes que os fatores instintivos.

3.3.1.2 Emoção e sentimentos

O raciocínio depende, diretamente, de estruturas cerebrais que formam o neocórtex e de estruturas subcorticais, responsáveis pelo funcionamento da regulação biológica. Entretanto a ligação entre essas estruturas não é uma sobreposição de processos, mas, sim, uma interação entre as estruturas de alto nível com as, de baixo nível.

Tal ligação pode ser atribuída às emoções e aos sentimentos, constituintes centrais da regulação biológica, uma vez que eles estabelecem uma ponte entre os processos racionais e não racionais.

A emoção, segundo William James (1884), é o resultado de um mecanismo automático em que determinados estímulos do ambiente estimulariam um padrão específico de reações no corpo. Contudo, os seres humanos são seres sociais e este mecanismo não consegue explicar outras formas de emoções que necessitem de uma avaliação ponderada (DAMÁSIO, 1999).

Assim, as emoções podem ser diferenciadas como emoções primárias e emoções secundárias. O primeiro tipo de emoção é inato, pré-organizado e pode ser descrito pelo mecanismo de James (1884). Isto porque o corpo humano reage com uma emoção de modo pré-organizado devido à detecção individual ou em conjunto de certas características dos estímulos.

Essa reação é o início do mecanismo de uma emoção primária. A continuação acontece quando as características são processadas por regiões subcorticais, as quais desencadeiam alterações corporais, relativas a uma emoção. A etapa seguinte do mecanismo é a sensação da emoção em relação ao estímulo que a desencadeou e a percepção da relação entre ele e o estado emocional em que o corpo se encontra.

As emoções secundárias são aquelas que ainda respondem a estímulos da mesma forma que as emoções primárias, contudo, no caso das secundárias, imagens mentais adquiridas e não inatas, são formadas e organizadas de forma inconsciente em pensamentos conscientes referentes ao estímulo. Assim, novos tipos de emoções podem ser experimentados, mas, até estes ainda necessitam dos mesmos mecanismos das emoções primárias para sua expressão final.

Sendo assim, o conceito de emoção, adotado aqui, considera que a *emoção* é um processo de avaliação mental simples ou complexo, com dois tipos de respostas dispositivas referentes ao processo. No primeiro, as respostas são dirigidas ao corpo, como resultado de um estado emocional do corpo. No segundo, as respostas são dirigidas ao próprio cérebro, o que resulta em alterações mentais adicionais.

Um *sentimento* é um processo que se baseia na subjetividade da percepção de um estímulo, da percepção do estado do corpo causado pelo estímulo e da percepção das mudanças no estilo e eficiência do pensamento proporcionados por este processo. Este processo (sentimento), por sua vez, possui muitas variedades. Elas podem ser classificadas em: sentimentos de emoções universais básicas, sentimentos de emoções universais sutis e sentimentos de fundo.

Os sentimentos de emoções básicas correspondem aos tipos de respostas de estados corporais pré-organizados, que causam a convergência da atenção para os sinais do corpo.

Os sentimentos de emoções sutis são uma variação das emoções básicas, mas que são causados pela experiência da ligação entre estados cognitivos com estados emocionais do corpo.

Aqueles denominados sentimentos de fundo têm origem, não em estados emocionais, mas, sim, em estados puramente corporais. Eles correspondem aos estados do corpo que acontecem entre emoções. A regularidade e continuidade desses estados sem emoções, os sentimentos de fundo, referentes aos estados do corpo, são a chave para a identidade individual de uma pessoa.

3.3.1.3 Corpo e mente

A perspectiva de que o corpo, representado no cérebro, constitui a referência para os processos neurais que originam a mente, poderia ser vista como uma idéia contra-intuitiva. Contudo, a mente surge da atividade de circuitos neurais que representam o organismo continuamente, durante a interação com o ambiente físico e sociocultural. Assim, a mente existe dentro de um organismo integrado e para ele. Ela não seria o que é se não existisse uma interação entre corpo e cérebro.

Essa interação origina uma construção mental da realidade, baseada e referente a todas as atividades do corpo e do cérebro, cujo resultado é um sentido permanente de subjetividade, um “eu”.

A mente é, então, um conjunto de representações que podem se tornar conscientes na forma de imagens. O processo de construção des-

sas imagens começa pela formação de imagens do corpo enquanto este reage ao ambiente de forma externa e interna.

Essas imagens mentais são derivadas de representações do corpo. Sendo assim, a realidade pode ser construída no cérebro por meio da anatomia do corpo e dos padrões de movimento no ambiente. A consistência da construção dessas imagens é, o que define para os humanos, uma realidade partilhada e em comum. Ainda, essas representações corporais são a base para a construção da consciência, pois elas fornecem um núcleo para a representação neural do “eu” e assim dão uma referência para os acontecimentos dentro e fora dos limites do corpo.

Ainda em relação às representações do corpo, Carruthers (2008) sugere que tais representações possam ser de dois tipos: uma *on-line* e outra *off-line*, na primeira, o corpo é representado momento a momento diretamente da percepção do corpo, caracterizando representações de acontecimentos históricos de um indivíduo, capazes de reconstruir, repetidamente, uma noção de identidade. Assim, a reativação constante das memórias do passado e futuro planejado, atualizadas sobre a identidade de um indivíduo, constituem uma parte considerável do “eu”.

Nas representações *off-line*, o corpo é reproduzido como a condição estável de como ele costumava ser utilizado pelas representações *on-line* decorridas da vida do organismo. Assim, não apenas os estados recentes, mas também os estados, imediatamente, anteriores da percepção de um objeto qualquer são a base para esse tipo de representação. Ainda, essas representações abrangem os sentimentos de fundo e os sentimentos emocionais.

O conceito de “eu” surge, então, devido tanto à representação coletiva do corpo (*on-line* e *off-line*), quanto às representações que constituem o conceito de qualquer objeto. Essa base é utilizada para a reconstrução contínua e consistente do “eu” em uma realidade momentânea, o presente, o qual é a reconstrução de vários “eu” do passado do corpo.

A retenção simultânea, na memória de trabalho e na atenção das imagens de um objeto e no estado de “eu”, gera um tipo de imagem que captura o organismo, percebendo e respondendo a este objeto. Isso é a base para a subjetividade da experiência de uma pessoa em um dado momento.

3.3.2 Base teórica (níveis da consciência)

No livro “O mistério da consciência” (2000b), Damásio afirma que a consciência é a combinação de dois problemas (ver início da seção 3), que podem ser estudados por ferramentas da neurobiologia. O prin-

cial deles é o problema da construção de um sentido de “eu” no ato de conhecer um objeto.

Uma resposta ou teoria para esse problema da consciência começa quando se destaca dois agentes principais, o *objeto* – qualquer objeto a ser conhecido pelo processo da consciência – e o *organismo* – local onde a consciência ocorre – além das *relações* – os conteúdos de conhecimento – naturais entre eles.

A partir do destaque desses agentes, Damásio apresenta a idéia de que a consciência pode ser vista como a construção do conhecimento sobre um organismo, relacionando-se com um objeto e o objeto causando mudanças no organismo⁸. Assim para se determinar como o cérebro é capaz de representar o objeto e o organismo, além de suas relações, é necessário estudar a biologia que sustenta a consciência.

A construção do conhecimento de um objeto leva a representação do organismo ao cérebro. Isto é o precursor biológico do sentido de “eu” na visão de Damásio. Também, os conjuntos de mecanismos cerebrais inconscientes, que mantêm, continuamente, os estados do corpo, são os responsáveis por um nível de “eu” inconsciente, que serve de base para outros níveis de “eu” consciente que abrange a identidade e o sentido de individualidade de uma pessoa.

3.3.2.1 Consciência e emoção

O impacto de todos os tipos de emoções (básicas e secundárias) depende dos sentimentos gerados por essas emoções. Porém, esse impacto é parcial e passageiro, pois, sem a consciência e seu sentido de “eu”, os sentimentos não podem ser conhecidos integralmente por um indivíduo.

Assim, uma pessoa pode sentir uma emoção e seu sentimento subsequente, mas não estar ciente dele, ou ainda, saber que está sentindo emoções por meio de sentimentos tornados conscientes.

Isto pode levar a seguinte divisão de estados corporais: (a) um estado de emoção, criado inconscientemente, (b) um estado de sentimento, representação inconsciente das emoções, e (c) um estado de sentimento tornado consciente, o qual é conhecido pela pessoa que está tendo emoções e sentimentos.

As consequências das emoções e dos sentimentos estão ligadas à consciência, pois, somente assim, os sentimentos conscientes podem

⁸ O relato dessa interação pode ser obtido por meio de uma **descrição não verbal** dos processos biológicos envolvidos na construção da consciência.

influenciar as ações de uma pessoa. Isso porque as emoções e a consciência estão relacionadas às representações do corpo, as quais são geradas pelos mecanismos de regulação da vida.

As emoções permitem a uma pessoa reagir condizentemente a certos tipos de estímulos internos ou externos. Elas estão integradas aos mecanismos de regulação da sobrevivência de um organismo. De modo semelhante, em organismos dotados de consciência, as conseqüências das emoções podem ser conhecidas por meio de sentimentos dessas emoções. Assim, a consciência permite ao organismo conhecer objetos indutores de emoções, entre outros, e, dessa forma, aumentar as possibilidades de sobrevivência.

Uma emoção acontece quando um objeto interno ou externo é processado por regiões cerebrais e reconhecido como indutor de emoções. Regiões específicas do cérebro codificam esse objeto e disparam reações condizentes no corpo. O conjunto dessas reações leva à criação de um estado emocional, a emoção.

Um sentimento é criado para esta emoção quando os estados do corpo codificam o objeto emocional e as sensações das conseqüências das reações, na forma de uma imagem mental. Isso acontece devido a mudanças biológicas no estado corporal – alterações nas variáveis fisiológicas e registros delas em regiões cerebrais – e estado cognitivo – indução de comportamentos, mudança de processamento de sinais corporais e alteração no modo de processamento cognitivo.

Os mecanismos de emoção e de sentimento permitem a uma pessoa “sentir” uma emoção. Contudo, o conhecimento consciente desse sentimento necessita de um processo além dos mencionados para a emoção e o sentimento, o processo da consciência.

3.3.2.2 Eu Primitivo

O mecanismo que inicia a consciência atua sobre um precursor inconsciente do “eu”, um conjunto coerente de padrões neurais que mapeiam, a cada instante, o estado do corpo do organismo, o “eu primitivo”. Esse conjunto de padrões é mantido de forma estável e contínua por estruturas cerebrais espalhadas ao longo do cérebro. Ainda, essas estruturas estão relacionadas aos mecanismos de regulação da vida.

Este “eu” não é o sentido de “eu” que surge com a consciência de um sentimento e que permite raciocínio e demais funções cognitivas. Ele é um ponto de referência inconsciente para os processos de emoção, de sentimento e da consciência. Assim, o “eu primitivo” seria composto por um conjunto limitado de estruturas que pudessem gerar e manter

uma representação de primeira ordem dos estados do corpo a cada momento.

Além do “eu primitivo”, existe outro elemento fundamental para o processo da consciência, um objeto. O objeto pode ser real ou invocado da memória. Ambos são representados, neuralmente, por ajustes motores e por reações emocionais a um objeto externo ou interno que está interagindo ou que tenha interagido com o organismo. E, de forma semelhante, modificam o “eu primitivo” do organismo durante o processo de primeira percepção ou evocação em memórias dispositivas, respectivamente.

3.3.2.3 Consciência central

O processo que origina a consciência acontece quando os mecanismos cerebrais de representação do corpo (“eu primitivo”) e o objeto geram um conjunto de imagens, as quais descrevem tanto as alterações devidas ao processamento do objeto quanto as consequências deste processamento no estado do corpo. Ao final, esse processo destaca, em um contexto espacial e temporal, a imagem do objeto causativo.

Esse processo pode ser entendido por meio de dois mecanismos básicos: um para a geração do conjunto de imagens da relação entre objeto e organismo, cujo resultado é o sentido de “eu”, e outro para o destaque da imagem do objeto.

O primeiro, referente ao sentido do “eu”, baseia-se na noção de que a consciência depende da criação de imagens referentes à interação entre organismo, representado pelo “eu primitivo”, e objetos; além da posterior atribuição dessas imagens ao fluxo de pensamentos. Essa interação acontece quando o “eu primitivo” e os objetos são representados no cérebro por meio de padrões neurais chamados mapas de primeira ordem.

As mudanças, que os mapas dos objetos causam nos mapas do organismo devido ao processamento do objeto, podem ser representadas por mapas de segunda ordem, os quais descrevem a relação causal entre objeto e o “eu primitivo”.

A transformação dos padrões neurais dos mapas de segunda ordem em imagens mentais, é um processo que envolve estruturas cerebrais relacionadas àquelas que regulam a vida. Dessa forma, essa transformação pode ser entendida como um sentimento.

O segundo mecanismo, referente ao destaque da imagem do objeto, está relacionado à atenção. Tal destaque acontece quando a atenção é direcionada para apenas um conjunto de imagens de um objeto, deixan-

do de lado outros conjuntos menos significantes. Isso acontece devido à importância que um objeto recebe em relação aos eventos precedentes que levaram ao seu destaque, em um contexto momentâneo.

O resultado final desse processo é a criação da consciência central (um conjunto de imagens de um objeto destacado e da relação entre este objeto e o “eu primitivo”, posto no fluxo de pensamento). Ela representa a base para o primeiro “eu” consciente, o “eu central”. Este, então, é um sentimento que emerge de uma nova representação do “eu primitivo”, no seu processo de ser modificado, junto com a causa da modificação.

A consciência central pode ser criada a partir de pulsos desencadeados por objetos. Um pulso inicia-se, exatamente, antes de um objeto modificar o “eu primitivo” e termina quando um outro objeto começa a realizar seu próprio conjunto de mudanças. A consciência parece contínua devido à constante geração de pulsos.

Vários pulsos podem ser gerados ao mesmo tempo, pois um objeto, ao ser processado, pode disparar outras modificações no “eu primitivo”. Assim, pode-se pensar que existam diversos geradores de consciência central, mas que a consciência continua a ser um processo fluido vinculado a um “eu”. Isso quer dizer que, para um mesmo objeto, vários conjuntos de imagens mentais podem ser formados em um mesmo intervalo de tempo, o que pode, então, contribuir para o destaque da imagem desse objeto.

3.3.2.4 Consciência ampliada

A consciência central surge da relação entre objeto e “eu primitivo” em um momento específico da vida de uma pessoa, o agora. Entretanto a consciência ampliada surge desse momento, das bases da consciência central, mas vai além e abrange tanto o passado quanto o futuro da pessoa. Isso acontece porque a consciência ampliada expande o acesso do conhecimento do “eu central” do presente para o conhecimento do passado e construção de conhecimento sobre o futuro que pode ser vivido a partir do conhecimento passado. Disso surge um novo “eu”, o denominado “eu autobiográfico”.

Esse novo “eu” depende da reativação constante de grupos específicos de memórias autobiográficas. Isto é, o “eu central” surgia a cada novo pulso de consciência, contudo, na consciência ampliada, o “eu” emerge devido à contínua exibição de certas memórias pessoais, os objetos de interações do passado. Dessa forma, esses objetos fornecem uma base mais sólida para individualidade e identidade.

A emergência da consciência ampliada acontece em duas etapas. Na primeira, é necessário o desenvolvimento de memórias a partir de objetos da biografia do organismo, armazenados pelo processo de consciência central. Após o armazenamento dessas memórias, o cérebro as trata como objetos indutores de consciência central e podem ser evocados pelo mesmo processo da consciência central. Todavia, a consciência ampliada altera o mecanismo da consciência central de modo que um conjunto consistente de objetos memorizados sobre a história do organismo pode ser evocado de forma consistente e continuamente pela consciência central, para construir o “eu autobiográfico”.

A segunda etapa mantém consistente a manutenção da atividade, por um tempo substancial, das imagens que definem o “eu autobiográfico” e as imagens que definem um objeto. Assim, a consciência ampliada é caracterizada pela capacidade de fornecer um sentido de “eu” consistente de uma grande quantidade de eventos e de entidades, uma perspectiva individual. Sendo que essa quantidade é superior àquela possibilitada pela consciência central.

Isso permite argumentar que a grande capacidade de memória, além do raciocínio e da linguagem, é o que diferencia a consciência ampliada dos seres humanos, do nível de consciência que outros organismos dotados de memória limitada podem expressar. Contudo a consciência ampliada não depende da linguagem e muito menos da inteligência para sua formação. Ela, em sua plenitude, é a base para o desenvolvimento dessas habilidades.

3.3.3 Base filosófica

Em “*Looking for Spinoza*” (2003), Damásio apresenta novos pensamentos sobre a importância e o papel dos sentimentos nos fenômenos humanos, um deles, a consciência. Neste livro, Damásio expande as idéias apresentadas nos livros anteriores, a partir de novas descobertas científicas e reflexões sobre o trabalho de Bento de Espinosa.

3.3.3.1 Emoções revisadas

As emoções são produzidas antes dos sentimentos, visto que elas são construções evolutivas de reações simples que promovem a sobrevivência de um organismo. Esta é a natureza de qualquer organismo vivo, manter-se vivo em um ambiente compatível com seus processos vitais.

Os processos necessários para a manutenção automática e inconsciente do corpo de um organismo são denominados de mecanismos

homeostáticos. Estes mecanismos, por sua vez, governam a vida de todas as células do corpo da seguinte maneira: algo muda no ambiente interno ou externo do organismo, tais mudanças podem afetar positivamente ou negativamente a vida do organismo. Por fim, o organismo detecta e age de acordo, de forma projetada para gerar a situação mais benéfica para a preservação da vida e das funções do organismo.

As reações de regulação que asseguram a manutenção da vida podem ser vistas segundo um princípio de alinhamento. Nele, cada reação consiste de partes de reações simples, incorporadas como componentes de outras mais elaboradas, assim se tem reações simples dentro de complexas.

Parte das reações de regulação se ocupa de objetos ou de eventos que acontecem dentro do organismo. Por exemplo, mudança de temperatura corporal interna, queda de um valor fisiológico como o pH, dentre outros exemplos. Outra parte lida com objetos ou com eventos encontrados no ambiente externo ou interno, mas que podem afetar a sobrevivência do organismo.

As reações emotivas fazem parte da última classe de reações. Porém, nem toda reação emotiva se refere a um processo de regulação da vida ou do bem estar do organismo, pois, tanto o contexto quanto a intensidade da emoção são fatores importantes para determinar o valor potencial de uma emoção em uma situação específica.

Mesmo as emoções que não estão relacionadas às reações de regulação da vida podem, ainda, ser úteis para a sobrevivência do organismo. O valor atribuído a uma emoção pode ser avaliado em um ambiente social, o que pode ser usado tanto para a análise do comportamento humano quanto para a classificação das emoções.

Assim as emoções podem ser classificadas em: emoções de fundo, emoções primárias e emoções sociais.

O primeiro tipo se refere às consequências da produção de certas combinações das mais simples reações de regulação de acordo com o princípio de alinhamento.

As emoções primárias ou básicas são identificadas, facilmente, em humanos e animais. Elas são o tipo mais comum de emoção e o melhor estudado pela ciência.

Já as emoções sociais são acompanhamentos de reações de regulação junto com elementos das emoções primárias, as quais podem ser identificadas como subcomponentes em várias combinações.

Um ponto a ser destacado é o de que todos os fenômenos de regulação da vida (processos de manutenção e das emoções) estão relacionados direta ou indiretamente com a integridade e com a saúde do orga-

nismo. E esses fenômenos estão relacionados a ajustamentos adaptativos nos estados do corpo, o que pode modificar os mapas cerebrais dos estados do corpo, isto é, a base dos sentimentos.

A partir dos tipos de emoções e da noção de que emoções são fenômenos para sobrevivência de um organismo, pode-se defini-las como uma coleção de respostas orgânicas que formam um padrão distinto. Tais respostas, automáticas, são produzidas pela estimulação do cérebro por algum objeto ou evento que cause uma emoção. O resultado imediato dessas respostas é uma mudança temporária no estado do corpo e nas estruturas cerebrais que mapeiam este estado. O resultado final é a colocação do organismo em situação que o conduza a sobrevivência ou bem estar.

As emoções provêm ao cérebro e à mente uma forma de avaliar o ambiente dentro e em volta do organismo. As emoções são disparadas no cérebro depois que áreas específicas identificam estímulos como objetos que podem iniciar as respostas corporais que irão caracterizar uma emoção de acordo com o estímulo identificado. Esse processo acontece antes mesmo de outras regiões descreverem o objeto como uma imagem mental. Assim, o início do processo emocional permite uma avaliação rápida do ambiente, o que caracteriza uma vantagem em termos de sobrevivência.

Desse modo, a evolução construiu os mecanismos de emoções e de sentimentos “em prestações”. Primeiro vieram os mecanismos de produção de reações a objetos e a eventos, direcionadas ao objeto ou à circunstância – o mecanismo das emoções. Depois veio o mecanismo para formação de mapas cerebrais e, então, uma imagem mental, para as reações e para os estados resultantes do corpo – o mecanismo dos sentimentos. O conjunto desses mecanismos permite ao organismo reagir, efetivamente, a várias circunstâncias adversas ou a favor da vida e depois, o alerta para circunstâncias boas ou ruins, além de um impacto intensificado das emoções devido à manipulação da atenção e da memória.

3.3.3.2 Sentimentos

Os sentimentos são diferentes de outros tipos de pensamentos porque eles são compostos pela representação mental de partes do corpo ou de todo o corpo, operando de certa maneira. Os seus conteúdos são a representação de um estado do corpo em particular.

Eles surgem a partir de reações de regulação que não são, necessariamente, emoções. Eles são percepções de certos estados corporais

junto com percepções de modos distintos de pensar e pensamentos referentes a emoções. Assim, um sentimento é composto por pensamentos que representam o corpo envolvido em um processo reativo.

As origens dessas percepções que constituem um sentimento comecem por um objeto qualquer, o corpo e várias partes desse objeto que são mapeadas em estruturas cerebrais. Os conteúdos dessas percepções são compostos pela variedade de estados corporais mapeados. A essência dessas percepções são os vários aspectos corporais mapeados em regiões sensoriais designadas a receber sinais do corpo. Estes sinais permitem a emergência de imagens mentais a partir desses estados corporais.

Contudo sentimentos não são percepções passivas. Quando seu processo tem início, acontece um engajamento dinâmico do corpo, o que leva a uma variação das percepções que compõem o sentimento.

Os sentimentos não surgem, necessariamente, dos estados corporais correntes, mas sim de mapas desses estados construídos por regiões sensoriais do corpo em um dado momento. Isso acontece porque essas regiões sofrem interferências de processos emocionais e sentimentais. Essas interferências sobre mapeamento de estados corporais, nas regiões sensoriais, apontam para a conclusão de que os mapas construídos para os estados corporais reais são, na verdade, construídos a partir de mapeamentos anteriores do corpo e não dos estados atuais do corpo.

Assim, a origem dos sentimentos está no corpo. Seus conteúdos dependem do arranjo de estados corporais representados por mapas somatosensoriais, os quais podem mudar de acordo com a influência do corpo e do cérebro durante os processos sentimentais.

3.3.3.3 Corpo, cérebro e mente

Os processos biológicos corporais junto com os processos neurológicos do cérebro dão origem a um processo distinto, a mente. Esta é uma visão sobre o problema mente-corpo, que se refere à discussão de como a mente e a consciência surgem em seres biológicos como os humanos.

A relação entre mente e corpo pode ser visualizada a partir da seguinte perspectiva: segundo a base teórica formada pelo exposto anteriormente sobre emoções e sentimento. O cérebro e o corpo serão tratados como entidades separadas, apesar do cérebro ser uma parte do corpo. Ambos estão unidos pela noção estrutural de organismo. Essa distinção ajudará a entender melhor o papel de ambos, além de suas relações funcionais e organizacionais.

Sendo assim, cérebro e corpo possuem papéis distintos no organismo. O corpo funciona como receptáculo de um ser vivo, o qual possui operações químicas internas que visam manter sua integridade física interna e externa. Já o cérebro é um órgão que por meio de um sistema de comunicação e monitoramento (sistema nervoso central e periférico) que abrange todo o corpo, seja por vias neurais ou químicas, coordena e regula todas as operações corporais.

Em organismos complexos, como os humanos, as operações de regulação cerebral dependem da criação e manipulação de imagens mentais em um processo chamado mente⁹. A formação dessas imagens é devida a regiões cerebrais específicas que mapeiam, continuamente, as atividades do corpo enquanto elas ocorrem. Ainda, esse mapeamento não é um processo passivo, pois essas regiões podem sofrer influência de outras regiões cerebrais durante o mapeamento. Logo, essa característica de formação da mente garante ao organismo a habilidade de perceber objetos e eventos internos ou externos por meio dessas imagens.

Assim, devido à mente surgir da criação de imagens geradas por um cérebro durante o monitoramento e regulação de um corpo, além da interação deste com o ambiente externo, pode-se afirmar que a mente também é parte desse organismo. Logo corpo, cérebro e mente são manifestações de um organismo único (DAMÁSIO, 2000b).

3.4 Um modelo de consciência artificial

A partir das idéias e das teoria de consciência de Damásio (1999; 2000b; 2003), é proposto um modelo para descrever o processo de surgimento da consciência. Assim sendo, a consciência é um processo em que a parte da mente responsável por pensamentos conscientes está centralizada em uma entidade básica chamada de “eu”. Essa entidade por sua vez, se inicia de forma inconsciente, suportada pelo conjunto de operações de regulação da vida, e se desenvolve para um nível consciente cujo primeiro degrau é expresso por um sentimento de existência. Os demais degraus deste nível consciente do “eu” permitem o acúmulo de conhecimento necessário para se gerar a história do ser na mente. Isso possibilita, então, o desenvolvimento de capacidades cognitivas encontradas somente nos seres humanos (linguagem natural, criatividade, moral, etc.).

Para demonstrar esta descrição de forma sistemática, o modelo proposto aqui será dividido em três níveis fundamentais (figura 3.1). O

⁹ A mente é um conjunto de processos inconscientes e conscientes que ocorrem no cérebro.

primeiro refere-se ao chamado “eu primitivo”, a base corporificada e inconsciente do “eu”. No segundo nível, encontra-se o “eu central”, o representante da referência corporificada e base para o surgimento do primeiro nível da consciência (consciência central). O “eu autobiográfico” representa o último nível consciente dessa referência, o segundo nível da consciência, a consciência ampliada.

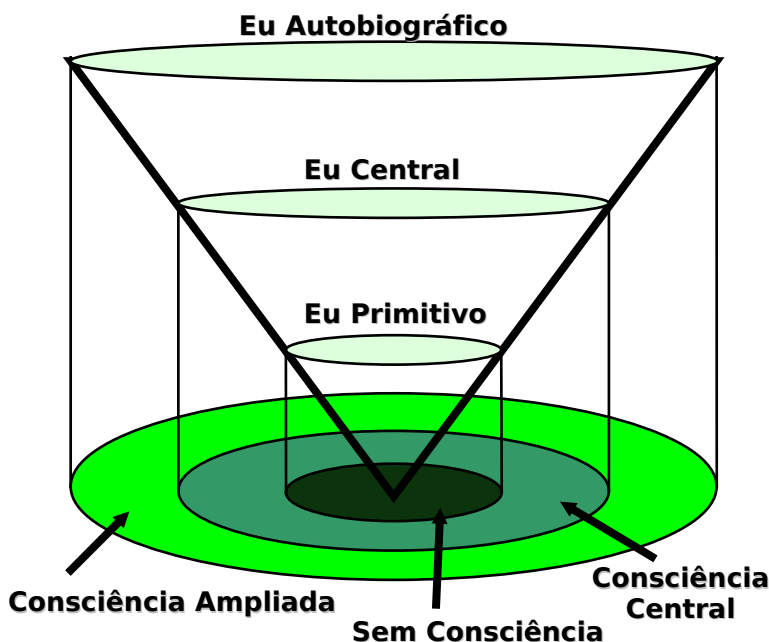


Figura 3.1: Esquema da teoria de consciência de António Damásio.

Fonte: autor.

O primeiro nível do modelo refere-se ao funcionamento do corpo e a descrição do “eu primitivo” como elemento fundamental para representação e regulação da vida. Assim, os processos responsáveis pela manutenção da vida podem ser pensados como mecanismos homeostáticos que operam sobre variáveis químicas relacionadas ao funcionamento de um corpo. Os valores dessas variáveis quando agrupados pelas estruturas cerebrais que fazem parte do “eu primitivo” definem o *estado do corpo* em um dado momento.

Além dos mecanismos homeostáticos de regulação da vida, existem os órgãos especializados do corpo que lidam com a aquisição de

informações externas ao corpo. Esses não estão ligados, diretamente, às funções do “eu primitivo”, mas são importantes para a geração da consciência, pois são eles que fornecem ao cérebro os objetos externos que serão mapeados e transformados em imagens mentais.

O estado do corpo é representado por um conjunto de elementos neurais e químicos distribuídos, normalmente, de forma topográfica e que recebe o nome de *mapa*. Assim, o mapa geral do corpo ou estado do corpo, em um dado instante, é representado por um conjunto de sobreposições e/ou composições de mapas que representam cada variável homeostática.

A mesma analogia se aplica à criação dos mapas de objetos. Assim, um objeto externo é representado, no cérebro, por um mapa de objeto que contem a composição dos vários mapas coletados por diversos componentes sensoriais, especializados na detecção de características específicas da natureza sensorial do objeto captado.

Os mapas do corpo e de objetos, neste primeiro nível, são denominados mapas de primeira ordem. Eles representam as primeiras informações sobre mudanças no estado corporal ou na percepção de um objeto. Por sua vez, esses mapas podem ser captados por outros componentes do primeiro nível do modelo e, a partir de uma nova etapa de processamento, eles seriam convertidos em imagens mentais.

Essas imagens são formas mais adequadas de representação do corpo e objetos na mente. Elas podem, então, ser usadas como elementos fundamentais para a formação da consciência como será apresentado na descrição do segundo nível do modelo.

A conversão de mapas em imagens é responsabilidade de um componente de produção de imagens. Assim, as imagens criadas por processos desse componente podem ser denominadas de imagens do corpo ou imagens de um objeto, dependendo do mapa utilizado para gerar a imagem.

Todo objeto que interage com o organismo, seja ele interno ou externo, terá que passar por um componente de avaliação inicial. Neste, as primeiras informações (mapas) do objeto seriam processadas e tentaria-se determinar uma classificação para o mesmo. Após essa etapa, dependendo da classe em que o objeto for colocado, novas ações poderiam ser disparadas no interior do organismo. Dessa forma, um novo processo de apreensão de objeto e mapeamento do estado do corpo teria início. O conjunto desses processos de classificação inicial determinaria uma emoção.

A imagem de um objeto causador de uma emoção pode ser, novamente, modificada, dependendo da classe do objeto no processo emo-

cional. Isso acontece quando os componentes responsáveis pela captação dos sinais e criação dos mapas do objeto aumentam a qualidade e a quantidade de suas operações para tentar obter mais informações. O resultado disso é a adição dessas novas informações no mapa existente do objeto.

Assim, ao se analisar os detalhes do primeiro nível do modelo tem-se que os componentes que formam o “eu primitivo”, definem-no como o conjunto dos mapas que representam o corpo em qualquer momento, o estado do corpo. Além dos componentes sensórios especializados que produzem mapas de objetos existem, por fim, aqueles que criam imagens dos estados corporais e de objetos, a partir dos mapas de primeira ordem.

Modelo Parte I

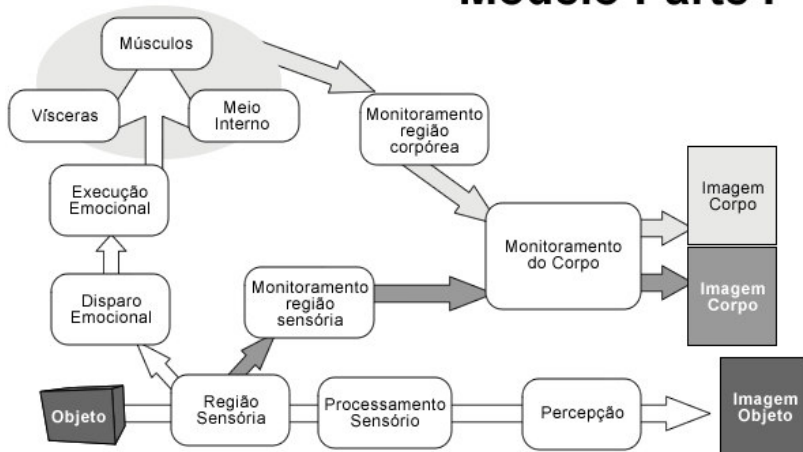


Figura 3.2: Criação de imagens do corpo e objeto.

Fonte: autor.

O segundo nível do modelo é definido a partir da base de componentes e processos que definiram o “eu primitivo” e demais elementos do primeiro nível. Essa fundação provê os meios necessários para execução de novas operações definidas por mecanismos encontrados neste novo nível.

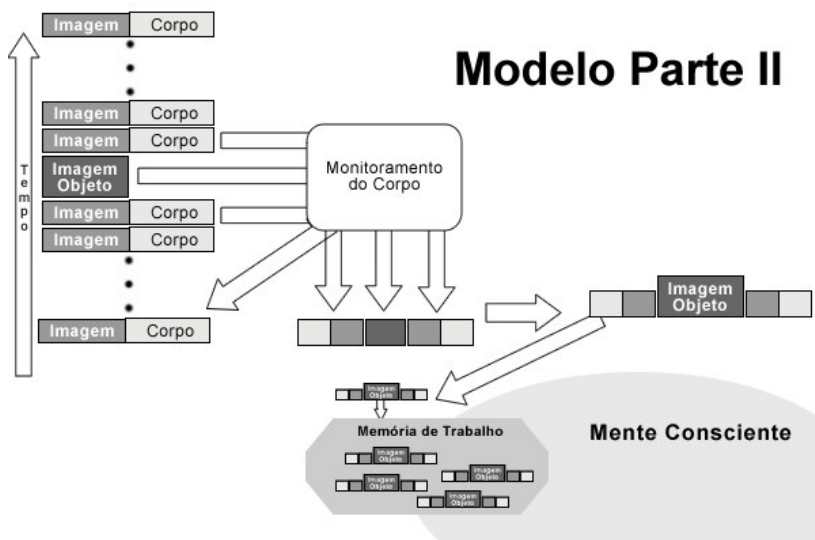


Figura 3.3: Descrição da parte final do processo de consciência central.

Fonte: autor.

Esses mecanismos, por sua vez, compõem um novo processo, cujas imagens, produzidas pelos componentes do “eu primitivo” e do processamento de objetos, são unidas em uma nova representação: a imagem mental da fusão das imagens do corpo e do objeto, figura 3.3. Isso acontece pela transformação dos mapas de primeira ordem, em mapas de segunda ordem, que serão, posteriormente, transformados em uma nova imagem mental. Por fim, esse processo termina quando a imagem do objeto sofre um destaque dentre as imagens do objeto no fluxo de pensamentos.

Em relação às imagens do corpo, elas são criadas constantemente para representar quaisquer mudanças no estado do corpo. Desde uma perturbação, no ambiente interno do corpo, até a interação do organismo com um objeto qualquer. No caso de interação com objetos externos, o estado do corpo é alterado pelo simples fato do organismo tentar processar informações sobre esse objeto. Entretanto, durante o processo de alteração do estado corporal, o objeto pode desencadear novas modificações no organismo, seja pela evocação na memória de objetos relacionais ou por ele conter um sentido emocional relevante para o contexto atual do organismo.

Logo, no primeiro instante, em que um objeto começa a “alterar” o organismo, os componentes do “eu primitivo” desencadeiam proces-

tos para criação de um novo mapa do estado do corpo. Este é produzido e, posteriormente, transformado em imagem do corpo por um componente aparte dos componentes do “eu primitivo”. Este segundo componente também inicia a montagem de uma imagem do objeto, a partir dos mapas do objeto que estão sendo compostos pelos componentes de aquisição de informações sensoriais de objetos.

Desse modo, cada nova informação acrescentada aos mapas corporais e do objeto, serão acrescentadas as respectivas imagens criadas por este componente. Ao final da interação do objeto com o organismo, este componente cria mais uma imagem a partir de mapas de segunda ordem. Esta é imagem do organismo sendo modificado enquanto criava a imagem do objeto.

Essa última imagem é de especial valor, pois, a partir dela, um objeto poderá ou não ser levado ao fluxo de pensamentos conscientes. Para que ela se torne consciente, outro passo do processo deve ser completado. A imagem do objeto será destacada dentro do panorama das imagens da relação entre objeto e organismo.

Esse destaque pode ser alcançado por outros processos paralelos que determinem o nível emocional do objeto representado por sua imagem. A partir da emoção que um objeto pode desencadear no organismo, uma imagem de objeto pode ser destacada ou não na imagem da relação objeto-organismo.

O produto final do processo do segundo nível do modelo de consciência é o que Damásio (2000b) chama de sentimento de fundo. Ele é o resultado do processamento da interação do organismo com um objeto que, por sua vez, desencadeou alterações corporais ou mentais no organismo, e assim, conseguiu destacar sua imagem no amplo panorama das imagens mentais.

Esse processo pode ser visto como uma ocorrência pontual dentro do cenário consciente de um organismo. Ele inicia como uma referência constante de processos de regulação funcional do corpo. Passa ao processamento e à representação de um objeto que causou modificações no ambiente interno do organismo. Continua com a representação da relação entre o objeto e o organismo na forma de um sentido de “eu” e, enfim, pelo destaque supostamente emocional que a imagem desse objeto recebeu. O resultado final é a produção de um elemento consciente.

Esse elemento é transitório e sua duração, na mente consciente, perdura apenas o tempo que foi necessário para sua constituição. A consciência central é o resultado desse elemento momentâneo, que é recriado a cada interação do organismo com quaisquer objetos.

Contudo, a consciência é um fenômeno contínuo, cujo elemento referencial é o sentido de “eu”. Alicerçado no mapa dinâmico fornecido pelo “eu primitivo”, que, apesar de dinâmico em sua atualização, possui, em formação, características fixas do corpo. Assim, segundo Damásio (2000b), a noção de “eu” tem base e inicia-se com um sentido inconsciente que fornece meios para o surgimento do sentido contínuo de identidade, expressa pela recriação constante do “eu central”.

No último nível, a consciência, em seu sentido integral, é obtida por meio da recriação contínua de níveis de consciência central e posterior armazenamento desses “momentos presentes” em uma memória temporária. Essa continuidade permite ao “eu” acesso a outros momentos, além daqueles devidos a interações pontuais com objetos.

Essa recriação utiliza o resultado dos processos do segundo nível como elemento básico para montar um conjunto de imagens em sequência contextual. Cada interação de segundo nível resulta em uma imagem mental da interação de um objeto com o organismo no momento atual. Sendo que essa imagem será armazenada em uma memória temporária de curta duração e de capacidade limitada, a chamada memória de trabalho. E, a partir dessa imagem, processos do terceiro nível coordenarão ou direcionarão a criação de novas imagens mentais.

Neste passo, os processos de terceiro nível utilizam o objeto central da imagem mental como base para resgatar, em uma memória mais duradoura, as suas interações anteriores. A partir desse resgate, novos objetos darão início a mais ciclos de construção de imagens, cujo destino é a complementação daquela existente na memória temporária.

Assim, os processos de terceiro nível começam a guiar as interações do organismo com objetos, de modo que imagens mentais serão adicionadas à memória temporária com o objetivo de formar um contexto contínuo, baseado em interações anteriores. Esse contexto pode ser imaginado como uma história, sendo construída a partir de fragmentos (imagens). Tal história pode ter um enredo no passado vivido, no presente atual, ou ainda, em um futuro antevisto.

Essa contextualização permite a emergência de um novo e mais completo sentido de “eu”. Representado pela recriação contínua do “eu central” a cada nova imagem adicionada à memória temporária. Esse “eu autobiográfico” é, então, o resultado da construção contínua de pontos de vista corporais da realidade, advindos de todas as interações do organismo com o mundo.

Cabe ressaltar que além da perspectiva apresentada aqui, existe outra forma de descrever o modelo de consciência central proposto por Damásio (2000b). Bosse (2005; 2006; 2008) mostra uma descrição for-

mal de elementos chaves da teoria de consciência central de Damásio (2000b), estados, emoção, sentimento e sentimento de um sentimento. A dinâmica causal e temporal de estados foi modelada, utilizando-se da ferramenta lógica: Linguagem de Traços Temporais. Com ela, o autor apresentou um modelo do processo de surgimento da consciência central em relação ao tempo.

O modelo de Bosse difere do proposto neste capítulo, por adotar uma visão abstrata do que é um estado interno e das relações entre as representações apontadas por Damásio como necessárias para o processo da consciência central. Isso possibilita a modelagem lógica de um processo complexo, porém, por deixar de lado a natureza corpórea das representações, o modelo lógico não pode produzir uma consciência momentânea, apenas pode reproduzir um conjunto de operações que segundo operações lógicas produzem resultados satisfatórios para um processo definido logicamente.

O modelo proposto aqui deixa de lado operações lógicas formais para tentar se aproximar de uma dinâmica de processos mais condizente com a natureza biológica que um corpo pode oferecer. Assim, a modelagem aqui desenvolvida é mais fiel ao processo real (consciência) e, consequentemente, pode expressar melhor o processo de surgimento da consciência central proposta por Damásio (2000b).

3.5 Considerações

Neste capítulo as idéias de António Damásio (1999; 2000b; 2003) sobre a consciência humana serviram de alicerce para a proposição de um modelo de consciência artificial que pode ser utilizado em artefatos, tais quais aqueles cujas noções foram apresentadas no começo do capítulo. Damásio, em comunicação pessoal, avaliou este modelo e o considerou apropriado e alinhado às suas proposições, ressaltando apenas que a consciência provida pelo modelo não seria fenomenalmente semelhante à consciência humana, pois somente a partir de um corpo biológico humano é que seria possível a emergência de uma consciência plena e completa¹⁰.

Esse modelo visa estabelecer um escopo teórico em que este trabalho pode ser inserido (figura 3.2). Contudo, a modelagem da consciência central artificial necessitaria ainda não está completa. Por este

¹⁰ DAMASIO@COLLEGE.USC.EDU. Re: Article. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <gilberto@egc.ufsc.br>. em: 03 dez. 2007.

motivo, este trabalho tenta suprir uma lacuna importante com o modelo a ser proposto no capítulo seguinte.

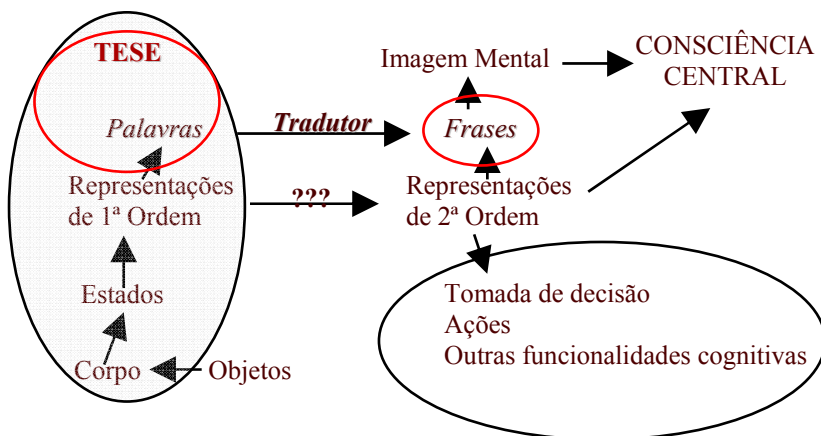


Figura 3.4: Papel da tese dentro da pesquisa sobre consciência.

De importância semelhante, este capítulo apresentou idéias que podem suportar a noção de que os mecanismos de criação de imagens, a partir de mapas de primeira ordem do corpo, podem ser utilizados para especificar os estados corporais como sendo compostos por elementos sintáticos e semânticos definidores de uma linguagem corpórea.

4 MODELO DE LINGUAGEM CORPÓREA DE UM ORGANISMO

4.1 Introdução

No capítulo anterior foi apresentado um modelo de consciência. E mais, a partir desse modelo, foi sugerido que os mecanismos responsáveis pela transformação de mapas de primeira ordem do corpo, em imagens mentais, poderiam ser descritos por meio de seus componentes elementares, as variáveis do estado interno. Tais mecanismos obedeceriam, então, a um conjunto de regras **semelhante** a uma linguagem. Esse seria o mesmo conjunto responsável pela explicação da transformação de mapas neurais em imagens mentais.

A partir deste raciocínio, neste capítulo, são descritas as bases para um modelo cujos elementos podem ser utilizados como tentativa de esclarecer como mapas de primeira ordem podem ser convertidos em imagens.

A descrição começa pela definição do que seria uma linguagem (seção 4.2). Continua na seção 4.3, com o esclarecimento, sobre o que seria uma linguagem corpórea. Na seção 4.4, estados internos serão apresentados como a base para o entendimento dos elementos da linguagem corpórea proposta. E a inspiração, sobretudo biológica, para a definição desses elementos, será apresentada na seção 4.5.

Nas seções seguintes (4.6, 4.7 e 4.8) os componentes do modelo de linguagem serão descritos em detalhes. E por fim, na seção 4.9, considerações serão apresentadas a propósito do modelo e as implicações do mesmo para este trabalho.

4.2 O que é uma linguagem

O conceito do que é linguagem abrange uma gama variada de definições. Para entender melhor o ponto de partida do modelo de linguagem corpórea, algumas definições de linguagem serão apresentadas para destacar qual a noção será adotada como base para o modelo de linguagem corpórea.

Assim, podem-se dividir as definições de linguagem em duas categorias. Na primeira, estão aquelas referentes à capacidade comunicativa que os seres humanos e alguns animais apresentam. Edward Sapir (1921) afirma que “linguagem é um método, não instintivo e puramente humano, de comunicar idéias, emoções e desejos por meio de um sistema auditório de símbolos voluntariamente produzidos”.

O dicionário eletrônico Aurélio (LEXIKON, 1999) define linguagem como o uso expressivo e próprio de um indivíduo, grupo, classe, etc. (vocabulário específico), de palavras escritas ou faladas como meio de expressão de idéias, sentimentos, modos de comportamento entre pessoas.

A enciclopédia Britânica (2007) considera a linguagem como sendo um sistema de símbolos convencionados falados ou escritos no qual os seres humanos, como membros de um grupo social e participantes em suas culturas, comunicam-se.

O dicionário Le Petit Robert (DIJK, 2001), por sua vez, apresenta o conceito de linguagem como sendo a função de expressão do pensamento e de comunicação entre humanos, por meio de um sistema de signos vocais (fala) e, eventualmente, de signos gráficos (escrita) os quais constituem uma língua.

Por fim, no dicionário Merriam-Webster's Collegiate (2000), o termo linguagem é empregado ao sentido sistemático de comunicar idéias ou sentimentos pelo uso de signos convencionados, sons, gestos ou marcas com significados entendíveis, por exemplo, a sugestão por objetos, ações ou condições de idéias ou sentimentos associados.

A segunda divisão categórica, das definições de linguagem, engloba aquelas que consideram que o termo linguagem, sobretudo, no sentido de linguagem como um sistema de elementos, pode ser utilizado para representação de qualquer tipo de informação. Assim, nesta perspectiva, o dicionário Merriam-Webster's Collegiate (2000) apresenta linguagem como sendo um sistema formal de signos e de símbolos incluindo regras para a formação e transformação de expressões admissíveis.

Já, no dicionário Le Petit Robert (DIJK, 2001), surge o conceito de vocabulário de uma língua, como sendo formado por uma linguagem. Assim, os sistemas de signos vocais ou gráficos que possuem a mesma função são denominados de código ou vocabulário de uma língua.

A percepção e posterior representação de informações sensoriais podem dar origem a tipos distintos de linguagens: linguagem visual, linguagem auditiva, linguagem tátil, etc. (LEXIKON, 1999). Contudo, signos podem ser não verbais, e mesmo assim, podem representar informações comunicativas, por exemplo, a linguagem dos gestos (LAROUSSE, 2007).

As duas linhas de pensamento sobre o que é linguagem têm, em comum, a possibilidade de representação de pensamentos ou de qualquer tipo de informação. Este será o ponto chave para a definição da linguagem corpórea, vista a seguir.

4.3 Modelo para uma linguagem corpórea

A partir dos conceitos gerais sobre linguagem apresentados na seção anterior, pode-se determinar qual deles será utilizado como base para a definição de uma linguagem corpórea de um organismo. Sendo assim, uma primeira definição abrange a noção de que uma linguagem corpórea é um sistema estruturado de signos capaz de expressar os estados corporais de um organismo.

Esses signos corresponderiam às variáveis fisiológicas e aos padrões neurais necessários para a manutenção de um estado fisiológico estável de um organismo em um dado momento de sua vida. Esta noção será melhor entendida com o estudo do que seriam esses estados fisiológicos e seus componentes.

Assim, a linguagem corpórea é uma proposta de uma linguagem inata às regiões cerebrais envolvidas com a manutenção da vida e monitoramento da atividade interna do corpo. Isso descarta a possível confusão da linguagem corpórea com a linguagem oral produzida e manipulada por regiões cerebrais distintas e devotadas a esse fim.

A linguagem corpórea tem origem e é o resultado da construção de estruturas internas do corpo que possuem funções diferentes de qualquer atividade mental consciente. Somente os aspectos da natureza interna do corpo são ressaltados por meio da linguagem corpórea. Isto pode ser entendido como a falta de externalização desta linguagem, tanto no corpo quanto na mente. Entretanto, sua natureza inata lhe garante a possibilidade de intermediar os processos inconscientes que, levados à mente, podem se tornar parte da consciência.

O estudo de Patricia Liehr e colegas (2002) suporta a noção de linguagem corpórea apresentada neste trabalho, ao apresentar dados sobre a relação entre sentimentos, temporalidade das palavras e a pressão sanguínea definida como uma forma de linguagem inata do corpo. Isso e o modelo de consciência apresentado no capítulo 3 mostram que a produção de palavras, na mente, não depende diretamente das configurações homeostáticas do corpo, uma vez que, para isso, é necessário, primeiramente, o surgimento de sentimentos de fundo para, então, estes serem traduzidos em palavras.

Um conceito importante para a definição da linguagem corpórea é o de estado interno. Este será explicado na seção seguinte.

4.4 O que é um estado interno

O conceito de estado interno se torna importante para a discussão sobre uma linguagem corpórea, porque este é o ponto de partida para o estabelecimento da estrutura da linguagem corpórea. E, ainda, por que tal linguagem pode ser abstraída a partir dos mecanismos biológicos de um organismo que determinam seus estados internos.

Outro fator que destaca a necessidade do esclarecimento do conceito de estado interno é referente à afirmação de Damásio (2000b) sobre a possibilidade do conjunto de padrões neurais que representam o corpo (seus estados internos) serem a base inconsciente para emergência de um “eu” consciente.

Entretanto antes de discutir o que é um estado interno, cabe ressaltar a noção do que é um organismo. Um organismo biológico é constituído por várias células, as quais se unem para formar órgãos, os quais, em conjuntos, constituem sistemas, e, por fim, tem-se o conjunto de sistemas de órgãos multicelulares chamado organismo.

Esse organismo possui uma fronteira que define a sua forma e aparência externa, garantindo assim a manutenção dos processos biológicos que definem o organismo como uma entidade em relação ao meio exterior.

Assim, as interações entre o corpo e o ambiente são mediadas pela fronteira do organismo. Entretanto existem outros tipos de interações que também são mediadas por esta fronteira. Tais interações acontecem dentro de seus próprios limites, no interior do organismo ou *meio interno* (termo cunhado por Claude Bernard (1957)).

Essas interações internas caracterizam o funcionamento do organismo, pois elas são caracterizadas pelas constantes modificações químicas devidas aos vários componentes do corpo durante suas operações normais ou não.

Sendo assim, os organismos vivos estão sempre em constante modificação. E essas modificações podem ser vistas como uma sucessão de estados definidos por padrões variados de suas atividades em cada um dos componentes do organismo (DAMÁSIO, 1999).

Por sua vez, cada estado do organismo representa um dado momentâneo, o qual indica o que se passa, nos vários órgãos, durante o intervalo de tempo em que um observador consegue captar o estado. Ainda, os estados do organismo podem ser vistos como unidades discretas ou também como unidades formadas pela transformação contínua em relação a outros estados (DAMÁSIO, 1999).

A partir disso, pode-se definir um estado interno de um organismo como a representação no cérebro do corpo à medida que esse vai mudando sob influências químicas e neurais. Essa representação é constituída de outros subtipos de representações (DAMÁSIO, 1999):

- Representação dos estados de regulação fisiológica – homeostase;
- Representação das vísceras (órgãos em geral);
- Representação da estrutura músculo-esquelética.

O conjunto dessas representações corporais se torna importante neste trabalho devido ao fato de o modelo de consciência apresentado no capítulo 3, considerar esse tipo de representação um elemento fundamental para a constituição de outras mais complexas, como as imagens mentais do corpo e dos objetos.

4.5 Definição dos componentes de um estado interno

Foi dito que um estado interno é uma representação cerebral do corpo de um organismo em um determinado instante de tempo. Porém como pode ser feita a diferenciação entre um estado de outros? Para responder a esta pergunta será utilizada a metáfora de organismo como um sistema. Assim da mesma forma que um sistema pode ser dividido em componentes, um organismo poderá também ser dividido.

Em um sistema, cada componente pode contribuir de forma diferente para o funcionamento geral do mesmo. A contribuição individual de cada componente pode ser medida ao se atribuir um valor às contribuições de cada componente. Assim, a partir do conjunto de valores tomados em determinado momento, pode-se constituir uma configuração diferente do sistema, um estado diferente.

Dessa forma, os estados de um sistema podem ser diferenciados, devido à variação do valor da contribuição dos seus componentes para o estabelecimento de uma configuração estável, em um determinado instante, um estado. Isso sugere que, apenas, a variação do valor da contribuição de um componente é o fator necessário para determinar a mudança do estado geral do sistema.

Então, dividindo um organismo por meio da ótica sistemática, têm-se componentes como órgãos, cérebro, sangue, etc. Esses componentes contribuem de forma singular para o funcionamento do organismo. Entretanto surge a dúvida sobre como medir a contribuição de cada parte do organismo, visto que cada componente tem um papel específico e muitas vezes complementar ao papel de outro(s) componente(s).

O cérebro dos organismos biológicos resolveu esse problema ao evoluir estruturas internas que controlam o funcionamento de suas próprias funções básicas. Isso é mais verdadeiro para seres dotados com um sistema nervoso central, que serve de meio de integração de informações das partes do corpo para manter o meio interno estável. Contudo, mesmo seres sem esta vantagem, ainda, podem usufruir do monitoramento de suas partes, por meio de comunicação química dentro do líquido extracelular (animais sem sistema nervoso central não tem sangue).

O monitoramento do corpo é feito por estruturas que estão organizadas, na sua maioria, de forma hierárquica e topográfica no cérebro (THIVIERGE e MARCUS, 2007). Isto permite uma representação consistente em vários níveis de uma mesma função interna, a qual está sob controle de uma ou mais regiões cerebrais. Um exemplo desse tipo de região cerebral é o córtex motor, localizado na parte superior do cérebro humano. Ele é composto por vários grupos de neurônios que representam cada parte móvel do corpo. Isso permite ao cérebro agrupar, em apenas uma região, conjuntos de funções que envolvem o controle da movimentação do organismo.

Além de uma região cerebral motora, existem ainda regiões de monitoramento da própria atividade interna do organismo (corpo e cérebro), as regiões somatosensórias. Elas concentram o processamento de sinais originados e referentes ao ambiente interno do corpo. O quadro 4.1 apresenta os principais sinais do ambiente interno do corpo.

Modalidade Sensória	Região Somatosensória
Posição das articulações e movimentos	Córtices SI e SII
Tamanho dos músculos	Córtices SI e SII
Tensão dos músculos	Córtices SI e SII
Pressão arterial do sangue	Tronco cerebral
Pressão venosa central	Tronco cerebral
Inflação dos pulmões	Córtex insular
Temperatura do sangue	Hipotálamo
Pressão arterial de oxigênio	Tronco cerebral
pH	Tronco cerebral
Pressão osmótica do plasma	Hipotálamo
Diferença artério-venosa de glicose sanguínea	Hipotálamo

Quadro 4.1: Sinais do ambiente interno do corpo, adaptado de Ganong (2003).

As principais regiões cerebrais responsáveis pelo monitoramento desses sinais são os córtices somatosensório primário e secundário (SI e SII, respectivamente), o córtex insular, os córtices parietais, os núcleos

do tronco cerebral envolvidos na regulação dos estados corporais, o hipotálamo e o prosencéfalo basal (DAMÁSIO, 2000b). Essas regiões serão consideradas como a base para a construção da representação integrada de um estado interno.

Os padrões de ativações dessas regiões, organizados no tempo e no espaço, constituem conjuntos de representações que unidos formam uma representação geral de um estado interno em um determinado instante. Contudo cabe mencionar que não existe uma única região cerebral responsável por formar essa representação geral. Tal representação é o produto da construção dinâmica no tempo e no espaço de várias regiões diferentes.

Essa representação geral é composta por três componentes¹¹: um fisiológico, um somatovisceral e outro músculo-esquelético. Esses componentes representam conjuntos coerentes de padrões de ativações neurais em regiões diferentes.

O componente fisiológico diz respeito apenas ao conjunto de padrões neurais das regiões mencionadas anteriormente, responsáveis pelo monitoramento de valores fisiológicos, por exemplo, os núcleos do tronco cerebral e o hipotálamo.

Essas regiões estão localizadas, centralmente, no cérebro humano, de tal modo que elas recebem todos os sinais neurais e químicos advindos do corpo (GREENSTEIN e GREENSTEIN, 2000). Entre os sinais químicos recebidos estão aqueles sobre vários tipos de hormônios, a temperatura local do corpo, níveis de glicose, osmolaridade e balanço da água do corpo. Os sinais neurais reportam a situação da temperatura local da pele, da osmolaridade do fígado e da distensão do músculo cardíaco (DESPOPOULOS e SILBERNAGL, 2003).

O componente somatovisceral refere-se às informações obtidas a partir de diversos receptores (interoceptores) espalhados pelo interior do corpo. Esse componente apresenta duas divisões: visceral e somática. A divisão visceral se refere ao coração, pulmões, estômago, bexiga, rins, fígado, intestinos, pâncreas e glândulas. Enquanto que a divisão somática se refere aos músculos, juntas, ossos e a pele (SALADIN, 2003). As informações colhidas por essas divisões são reunidas nas seguintes regiões: córtex somatosensorial I, córtex somatosensorial II e o córtex insular.

¹¹ A nomenclatura adotada aqui se refere aos termos definidos por Damásio para os componentes do estado interno. Ressaltando que os três componentes são todos fisiológicos, porém eles monitoram partes diferentes do corpo.

O córtex somatosensorial I (SI) abriga a representação das partes do corpo (figura 4.1) na forma de mapas somatotópicos (figura 4.2). Sendo que cada parte do corpo é mapeada nos dois hemisférios cerebrais de forma cruzada. Por exemplo, o pé direito está representado no córtex SI no hemisfério esquerdo do cérebro. A figura 4.3 apresenta os mapas somatotópicos de partes específicas da boca.

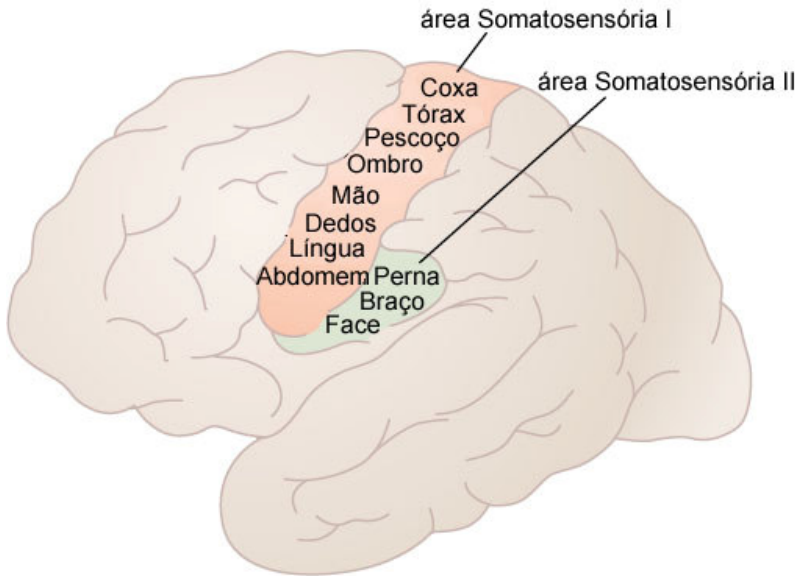


Figura 4.1: Partes do corpo representadas no cérebro, adaptado de Guyton (2005).

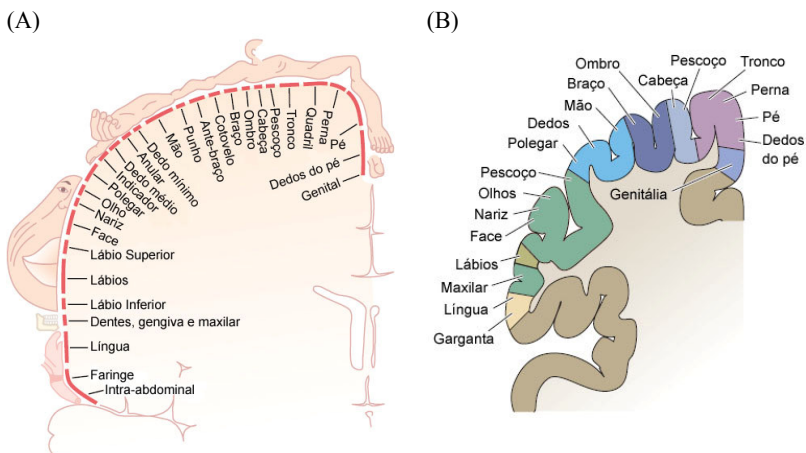


Figura 4.2: Detalhe do córtex somatosensorial. (A) adaptado de Guyton (2005); (B) adaptado de Purves (2004).

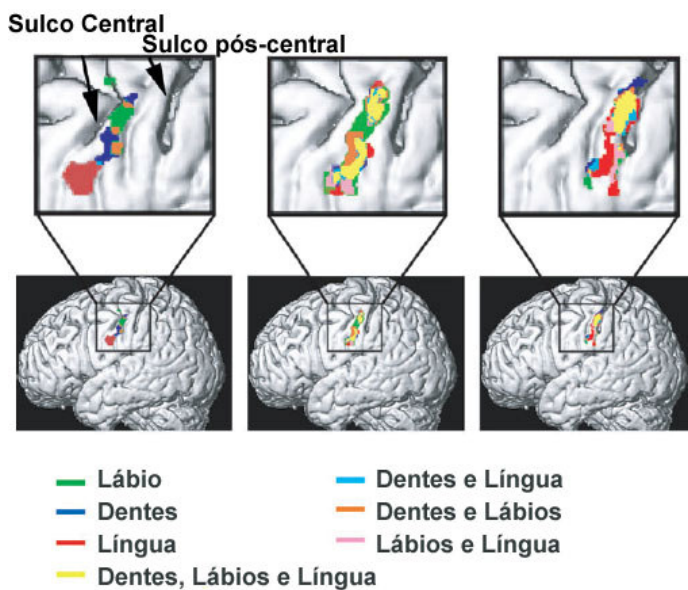


Figura 4.3: Mapas de elementos da boca, adaptado de Miyamoto (2006).

O mapa do tamanho e forma do corpo é representado de maneira relativa (percebida) pela integração de sinais das partes relevantes do corpo e por sinais visuais. O córtex parietal (região imediatamente posterior ao córtex SI) possui um papel fundamental para a formação da imagem do corpo, contudo, ainda não se sabe, exatamente, como os sinais corporais e visuais são integrados (EHRSSON *et al.*, 2005; GROSS, 2005).

O córtex somatosensorial II (SII), por sua vez, ainda não foi descrito com muita precisão em humanos. Contudo Disbrow (2000), Eickhof (2006) e Ruben (2001) apresentam evidências sobre uma possível organização topográfica das partes do corpo de animais nessa região (figuras 4.4 e 4.5). Esses mapas do corpo são usados para o processamento de movimentos complexos, envolvendo duas ou mais partes (DISBROW, ROBERTS e KRUBITZER, 2000). Uma diferença entre a região SII em relação a SI, segundo Disbrow (2000), é que a região SII recebe mais sinais que a região SI e, ainda, é ativada nos dois hemisférios ao mesmo tempo devido a apenas estímulos unilaterais de alguma parte do corpo.

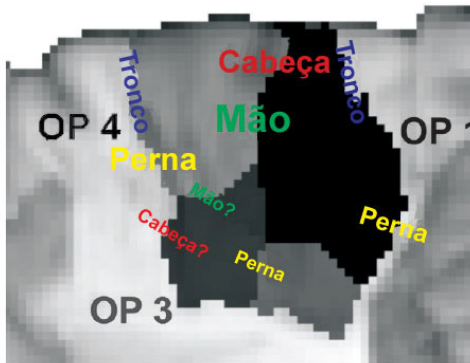


Figura 4.4: Áreas do Córtex SII, adaptado de Eickhoff (2006).

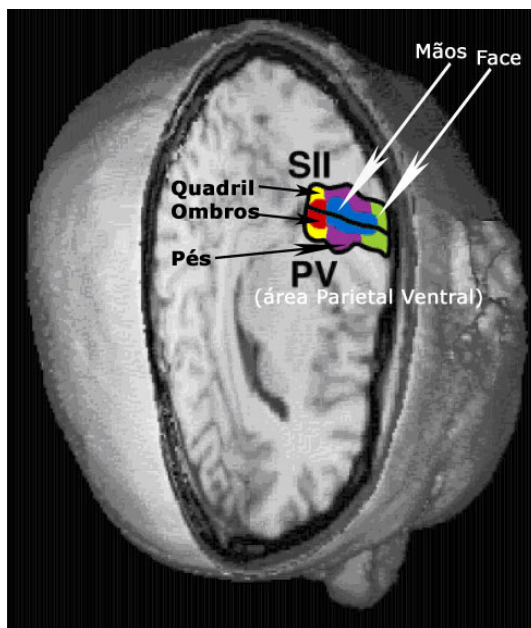


Figura 4.5: Córtex SII, adaptado de Disbrow (2000).

Outra região importante para a representação somatovisceral é o córtex insular. Essa região possui conexões com áreas importantes do cérebro para distribuição e processamento de sinais sensoriais dos córtices SI e SII, do tálamo, do córtex pré-frontal, do córtex cingulado e da amígdala. Essas conexões atribuem ao córtex insular funções cerebrais tais como: sensações viscerais e somáticas; comandos autônomos viscerais; associação de sinais motores; linguagem natural; e sentido vestibular (AUGUSTINE, 1996). Entretanto para fins de cumprimento do objetivo deste trabalho, apenas as funções sensoriais viscerais e somáticas serão levadas em consideração.

Ainda segundo Augustine (1996), o córtex insular possui dois papéis importantes no processamento de informações somatosensoriais. Um deles refere-se ao processamento de sinais de modalidades específicas. Essas informações (sinais sensoriais das partes do corpo e sinais de dor) são agrupadas em mapas somatotópicos no córtex insular (OSTROWSKY *et al.*, 2000; BROOKS *et al.*, 2005; MAZZOLA, ISNARD e MAUGUIÈRE, 2006). E esse tipo de mapeamento, das partes do corpo, parece ser fundamental para a autoconsciência da função de cada parte do corpo (KARNATH, BAIER e NAGELE, 2005). Outra

função importante do córtex insular trata da retransmissão de informações de regiões somatosensoriais para estruturas do sistema límbico¹².

Além dessas funções somatosensoriais, existem as funções viscerais, as quais segundo Augustine (1996) envolvem informações gustatórias relativas, principalmente, ao sistema gastrointestinal (língua, garganta, esôfago, etc.). Essas informações também são representadas a partir de mapas somatotópicos (figura 4.6).

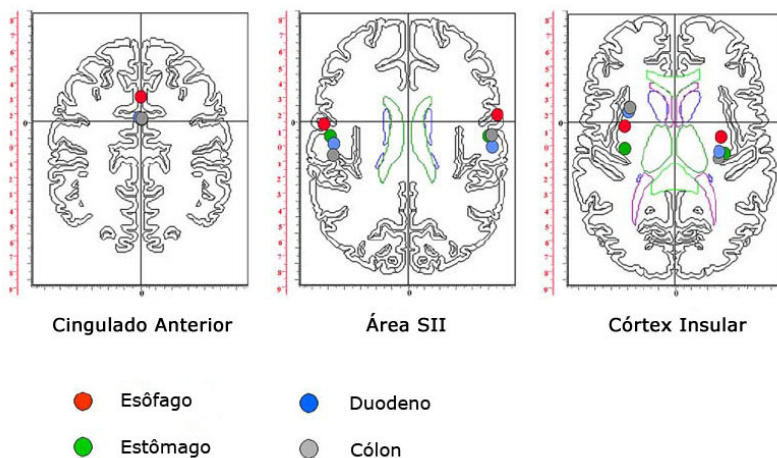


Figura 4.6: Mapas somatotópicos viscerais, adaptado de Drewes (2006).

O último componente da representação geral do estado interno é o músculo-esquelético. Nele os sinais provenientes de receptores especiais (proprioceptores) nos músculos, nas juntas e nos ossos são processados em mapas proprioceptivos no córtex S1 e cerebelo. Esses mapas são utilizados pelo organismo para agrupar informações sobre a posição de todas as partes do corpo, pressão na sola dos pés, equilíbrio do corpo, além de pressão, vibração e dor nos músculos e nos ossos (GUYTON, 2005).

4.6 Definição de símbolos da linguagem corpórea (vocabulário)

A partir da definição de estado interno e da apresentação de seus componentes, pode-se perceber que, ainda, não é possível estabelecer

¹² O sistema límbico é um conjunto de estruturas cerebrais relacionadas principalmente às funções de emoção e comportamento. O olfato e a memória de longo termo são mediados por estruturas deste sistema.

quais são os estados internos do corpo humano e como eles podem ser interpretados. Contudo, por meio dessa pesquisa, pode-se esboçar noções de quais seriam os componentes de um estado interno. Isso se deve ao fato de que o corpo humano apresenta certa constância em seus elementos, o que, por sua vez, permite o estabelecimento de estados internos bem definidos.

Esses estados são, então, estabelecidos a partir de reações internas (reflexos) a situações internas ou externas ao corpo. Essas reações reflexas são comuns a qualquer organismo biológico e sem elas não existiria vida. Elas podem ser entendidas como sendo respostas automáticas, rápidas, inconscientes e estereotipadas a um estímulo qualquer (SALADIN, 2003). Um exemplo é a reação de manutenção do nível de glicose sanguínea. Após uma refeição, o nível de glicose no sangue aumenta consideravelmente, contudo o organismo consegue manter um nível constante da glicose no sangue por meio de outros reflexos internos.

As reações internas e os reflexos podem ser pensados como unidades modificadoras dos componentes do estado interno de um organismo. Por exemplo, o reflexo de retirada de uma parte do corpo afetada por algum estímulo que cause dor local modifica, basicamente, o componente músculo-esquelético, o que leva a alteração do estado interno. Movimentos voluntários também alteram os componentes do estado interno, pois, antes de qualquer movimento, existe a necessidade de preparação dos músculos para determinado tipo de movimento.

As reações reflexas, como unidades básicas de modificação do estado interno, são consideradas como as candidatas ideais para a representação de “palavras” (símbolos) da linguagem corpórea. Assim, esses símbolos podem ser vistos como os conjuntos fixos de possíveis reações que o corpo pode produzir no decorrer de sua vida.

Afirma-se, então, que esse conjunto é fixo porque as reações na sua maioria, são constantes em sua execução. Sendo que essas reações são determinadas geneticamente e suas execuções apresentam variação com limiares dinâmicos, mas que, ao longo do tempo, se mostram estáveis. Isso acontece porque as variáveis fisiológicas não sofrem grandes alterações em seus limiares habituais (quadro 4.2).

Contudo, reações reflexas, envolvendo movimento de partes do corpo, podem sofrer modificações que não obedecem a uma faixa de variação padrão ao longo do tempo, por exemplo, a velocidade de reação a um estímulo de dor varia com a idade do organismo. Então, apesar das modificações executivas das reações com o passar do tempo, estas

ainda funcionam da mesma forma que foi estabelecida no início da vida de um organismo.

4.6.1 Símbolos da linguagem

Um símbolo, na linguagem corpórea, será considerado como sendo uma variável referente a um componente específico de um estado interno e sua reação de regulação. Assim, as *variáveis fisiológicas* estão associadas a *reflexos* necessários para a manutenção de seu valor, e, dessa forma, esse conjunto representa uma **palavra** na linguagem corpórea proposta neste capítulo.

As variáveis mais importantes do componente fisiológico de um estado interno para a sobrevivência de um organismo estão apresentadas no quadro 4.2. Uma lista mais completa de variáveis fisiológicas encontra-se em (DESPOPOULOS e SILBERNAGL, 2003; SEELEY, STEPHENS e TATE, 2004).

	Valor Normal	Variação Normal	Limite não letal de curta duração	Unidade
Oxigênio	40	35 – 45	10 – 1.000	mm Hg
Dióxido de Carbono	40	35 – 45	5 – 80	mm Hg
Sódio	142	138 – 146	115 – 175	mmol/L
Potássio	4,2	3,8 – 5,0	1,5 – 9,0	mmol/L
Cálcio	1,2	1,0 – 1,4	0,5 – 2,0	mmol/L
Cloreto	108	103 – 112	70 – 130	mmol/L
Bicarbonato	28	24 – 32	8 – 45	mmol/L
Glicose	85	75 – 95	20 – 1.500	mg/dl
Temperatura corporal	37	37	18,3 – 43,3	°C
Ácido-Base	7,4	7,3 – 7,5	6,9 – 8,0	pH

Quadro 4.2: Variáveis de um estado fisiológico, adaptado de Guyton (2005).

Algumas das reações reflexas mais comuns, referentes aos componentes de um estado interno, são a abdominal, das córneas, de flexão, baroreflexo (pressão arterial), cardiopulmonares, dos intestinos, do estômago, do reto, da bexiga, gastrocólico, gastrintestinal, de galope, gastroentérico, gastroileal, duodenocólico, enterogástrico, mioentérico, salivação, sucção, deglutição, lacrimejamento, da cabeça, de Bainbridge, de Henry-Gauer, de Hoffmann, batida no joelho, de postura labiríntica, compensação de peso, locomotor, tônico do pescoço, ortostático, peris-

táltico, do equilíbrio, proprioceptivo, das pupilas, lactação, ejaculação, propagação, vagovagal, do esôfago, vestibulocólico, vestibulo-ocular, dos tímpanos, do tendão de Golgi, dos fusos musculares, extensão, flexão e de retirada de músculos, mastigação, colonoileal, da tosse, de volume, de massa, peritoneointestinal, renointestinal, somatointestinal, ato de coçar, do espirro, uretero-renal, vesicointestinal (DESPOPOULOS e SILBERNAGL, 2003; GUYTON, 2005).

4.7 Sistema de regras da linguagem corpórea (sintaxe)

Os símbolos definidos anteriormente (reações simples e variáveis de estado interno) podem ser organizados em grupos funcionais de acordo com os resultados de suas pós-reações no organismo, ou ainda, de acordo com a semelhança na ativação da reação reflexa. Isso porque, no sistema nervoso, e, de modo geral, em quase todos os mecanismos biológicos, estruturas cerebrais mais recentes se utilizam de mecanismos de reações simples antigas, desenvolvidas por estruturas simples, para executar novas funções (DAMÁSIO, 1999).

As estruturas antigas são aquelas encontradas nas partes inferiores do cérebro, o sistema límbico. Essa região possui vários núcleos neurais responsáveis pela manutenção da vida do organismo. Tais núcleos controlam desde funções complexas como a respiração, até funções menos visíveis como a concentração de glicose em cada parte do corpo.

A localização desses núcleos neurais, que controlam a maioria das reações simples utilizadas para manter a vida de um organismo, é o tronco cerebral e medula espinhal. As reações mais comuns nessas regiões são a regulação da pressão sanguínea, a regulação do ritmo do batimento cardíaco, a salivação, o vômito, a deglutição, o choro, reatividade da pupila à luz e a acomodação do cristalino (RHOADES e TANNER, 2003).

Outras regiões responsáveis pelo controle de variáveis internas, por meio de reações compostas, são o hipotálamo, a amígdala, o córtex insular e algumas áreas do córtex pré-frontal (RHOADES e TANNER, 2003). As reações compostas utilizam os mesmos mecanismos das reações simples encontradas, no tronco cerebral, para desempenhar funções homeostáticas mais elaboradas, tais como termoregulação, ritmo de sono e vigília, controle do apetite e da sede, entre outros.

O conjunto de reações compostas e simples está agrupado em uma divisão do sistema nervoso, o sistema nervoso autônomo, o qual regula a função visceral. Neste, existe ainda duas divisões de funções:

divisão simpática e divisão parassimpática. Ambas, em coordenação paralela, permitem o funcionamento autônomo de reações para a manutenção da vida de um organismo.

Em relação à noção dos símbolos, determina-se que esses símbolos podem ser organizados de forma lógica a partir do estabelecimento de uma hierarquia ou de um ordenamento. Isso é possível devido a esses símbolos serem associados às reações compostas, cuja formação é de uma composição de várias reações-variáveis simples. Então o *agrupamento* de determinadas *reações-variáveis* simples em reações compostas forma uma “**frase**” bem definida em termos biológicos.

As regras para formação de frases desse tipo podem ser vistas como a composição de várias reações simples em uma cadeia ordenada e hierárquica de ativação que representa uma ou mais reações compostas. Essas regras são padrões distintos de ativação reflexa que podem ser chamados de **emoção**.

As emoções então são as modificações no meio interno de um organismo, que são externalizadas por meio de reações reflexas somáticas estereotipadas, as quais podem ser percebidas por outros seres (DAMÁSIO, 1999). O hipotálamo é a região cerebral diretamente responsável pela produção da maioria dessas modificações, pois ele possui padrões de ativação específicos para cada tipo de emoção.

Esses padrões são, por sua vez, conjuntos de reações compostas, as quais fazem uso de reações simples para sua execução. Um exemplo de padrão emocional é a emoção de raiva. Nela acontece o aumento da pressão arterial e do ritmo cardíaco (variáveis internas / reações internas simples), dilatação das pupilas, ereção de pelos da pele, arqueamento dos ombros e formação de expressão facial característica (reações reflexas externas simples).

As emoções (reações compostas) constituem uma maneira direta e ideal para a determinação de quais são as regras de composição de símbolos (reações-variáveis simples). Uma reação composta pode ser definida como um conjunto ou arranjo específico de reações simples. Isso permite a criação de regras para combinação de símbolos da linguagem corpórea, em um formato, em que os símbolos sejam combinados de acordo com uma estrutura emocional.

4.7.1 Regras da linguagem

As regras de formação de frases para a linguagem corpórea são baseadas na estrutura de ativação das emoções (reações compostas). Essa estrutura pode ser vista como a cadeia de ativações de reações

simples que iniciam a cadeia e, das reações simples, que continuam a execução de operações necessárias para o desfecho de uma dada emoção. Sendo assim para entender o paralelo entre uma regra e uma emoção, parte-se para a categorização das emoções que poderão ser utilizadas como moldes para as regras da linguagem corpórea.

Segundo Damásio (DAMÁSIO, 1999, 2000b, 2003), as emoções podem ser divididas em três grupos distintos. No primeiro, estão as emoções de fundo. Estas se referem ao “estado de ser” de uma pessoa (bem, mal e algo entre isto).

No segundo, as chamadas emoções primárias caracterizam expressões e comportamentos comuns, tais como a alegria, o medo, a raiva, o desgosto, a surpresa e a tristeza.

Por fim, as emoções sociais são comportamentos mais elaborados e, normalmente, são derivações ou composições de estados emocionais primários. A simpatia, o embaraço, a vergonha, a culpa, o orgulho, o ciúme, a gratidão, a admiração, a indignação, a inveja e o desprezo são exemplos deste tipo de emoção.

Esses grupos possibilitam uma diversidade e uma expressividade suficiente para as regras corpóreas poderem descrever as diversas reações simples e suas variáveis de estado interno que um organismo possa apresentar. Um ponto a ser destacado, em relação à expressividade da regra corpórea, é que os padrões de ativação emocional podem sofrer pequenas variações de execução, mas que ainda assim representam uma mesma categoria de regra. Isso garante que uma reação composta (emoção) poderia ser iniciada por conjuntos de reações simples diferentes dos habituais, e, ainda assim, a execução chegaria ao mesmo desfecho.

Essa característica de modificações de componentes de uma regra corpórea pode ser vista como um processo análogo àquele usado nas regras gramaticais de uma linguagem natural para a formação de novas frases. Assim, a partir de reações compostas específicas, pode-se criar uma regra para esse tipo de reação e todas as reações semelhantes, na execução, podem, então, ser associadas a essa nova regra corpórea. Essa analogia pode ser utilizada para explicar a possibilidade de “escrita” da linguagem proposta aqui.

As reações emocionais são o foco para a definição das regras corpóreas, contudo, os mecanismos e as reações que caracterizam cada padrão emocional agrupado pelos tipos de emoções apresentados aqui necessitam de uma explicação mais detalhada e consensual sobre qual é a estrutura de ativação de uma emoção. Isso é uma tarefa que está fora do escopo deste trabalho, pois não existe uma visão única sobre o que é uma emoção (LEDOUX, 2002; DAMÁSIO, 2003).

4.8 Mapeamento de símbolos e estados internos (semântica)

Os símbolos que representam as condições fisiológica, visceral e músculo-esquelética de um organismo podem ser associados a um estado interno em um momento específico. Isso é possível devido a certas regiões cerebrais, dotadas de sensores especializados, permitirem a representação do estado do organismo momento a momento. Nessas regiões neurônios formam padrões de ativação-inibição de acordo com a atividade dos elementos químicos e físicos que compõem o corpo.

Um estado interno é, então, determinado quando se verifica, em um mesmo instante, o conjunto dos padrões formados pelas diversas regiões que monitoram a atividade do corpo. Entretanto, esse estado pode sofrer mudanças de acordo com a dinâmica da interação do organismo com o ambiente externo, ou ainda, com sua própria natureza interna.

Tais mudanças ocorrem em elementos distintos da composição e organização do corpo. Por sua vez, esses elementos são representados por regiões cerebrais especializadas em regular o funcionamento de determinada característica funcional do corpo, necessária ao seu funcionamento adequado e mesmo para sua sobrevivência.

Ainda, essas mudanças são iniciadas, automaticamente, por um estímulo qualquer, seja ele interno ou externo. Esse estímulo ativa mecanismos ajustados para responder de forma rápida e padronizada. Esses mecanismos modificam os componentes do corpo e, dessa forma, as regiões sensoriais detectam as mudanças e, por fim, atualizam a representação final do organismo. O conjunto dos componentes monitorados e dos mecanismos de modificação interna forma uma palavra na linguagem corpórea do organismo.

Essas palavras são o resultado das alterações que modificam um estado interno do corpo inicial em um nível físico-químico e causam o surgimento de um novo estado interno.

As emoções são padrões ou alterações em grande escala no interior do corpo. Sendo assim, elas compõem um elemento fundamental para a associação dos símbolos que a compõem com o estado interno causado pela execução da emoção.

Os padrões emocionais (reações compostas) não são expressos da mesma maneira, apesar de grande parte de suas reações reflexas somáticas (visíveis externamente) serem basicamente as mesmas. Existem, ainda, as reações viscerais e do meio interno (não visíveis) que variam de acordo com a intensidade e a valência (positiva, negativa ou neutra) do padrão emocional.

Assim, uma reação composta que represente a emoção de alegria pode ser expressa de forma variada, dependendo do estado interno atual do organismo e da situação ou estímulo que desencadeou tal reação. A característica executiva das emoções permite atribuir significados diferentes, dependendo dos símbolos envolvidos em sua composição.

A associação entre conjuntos de símbolos e os mecanismos de manutenção dos estados internos pode ser o fator responsável pela emergência de um fenômeno único do cérebro humano, a consciência.

4.9 Considerações

Neste capítulo, foram apresentadas definições e conceitos para situar a noção de linguagem neste trabalho. Isso foi feito para suportar a idéia de que a falta de um elemento de ligação no modelo de consciência artificial baseado na teoria de Damásio (2000b), apresentado no capítulo anterior, pode ser suprida pela noção de que um organismo biológico possui estados internos bem definidos. Estes podem ser diferenciados devido à sua natureza sistemática, como os elementos de uma linguagem. Disto surgiu a proposta da definição das bases de um modelo de linguagem corpórea.

Os componentes biológicos de um estado interno foram apresentados com a intenção de demonstrar como eles podem ser organizados, sistematicamente, em um sistema semelhante ao gramatical.

A partir disso, apresentou-se um modelo que destacou a noção de “palavra” como sendo a composição das variáveis internas e suas reações regulatórias associadas. O arranjo hierárquico e funcional dessas reações foi apresentado como o ponto chave para a formação das regras de construção de “frases” na linguagem corpórea.

Tais regras foram baseadas em padrões de ativação comuns, denominados emoções. A execução de diferentes tipos de emoção, além da possível gradualidade dessa execução, foi apresentada como um fator fundamental para a associação de palavras aos estados internos causados por essa execução.

Em resumo, uma palavra = variável + reações reflexas; reação 1 + ... + reação n = frase; e cadeia de ativação emocional = regra.

No próximo capítulo, o modelo proposto aqui será detalhado para um organismo artificial que possa expressar alguma das características da linguagem corpórea.

5 A LINGUAGEM CORPÓREA DE UM ARTEFATO

5.1 Introdução

No capítulo precedente, foi proposta uma linguagem corpórea inspirada no corpo humano, além de um modelo descritivo dessa linguagem. Nesse modelo, a noção de estados internos e de seus componentes foi utilizada como elemento básico para a apresentação dos aspectos técnicos da linguagem (vocabulário, sintaxe e semântica).

Neste capítulo é apresentado o estágio inicial de uma simulação computacional que descreve o fenômeno linguagem corpórea, para um corpo artificial, baseado neste modelo de linguagem, com o objetivo de indicar o primeiro nível de descrição oferecido por ela (vocabulário), seção 5.2.

Na seção 5.3 o resultado da simulação computacional envolvendo este artefato será discutido para prover argumentos e para suportar a noção de que os estados internos podem ser representados como uma linguagem corpórea de um organismo.

E, na seção 5.4, algumas considerações serão apresentadas sobre até que ponto foi desenvolvida a simulação e a implicação dessa no modelo de consciência do capítulo 3.

5.2 Um artefato artificial

*“One cannot meaningfully analyze the complex activities of the human body without a framework upon which to build, a set of viewpoints to guide one’s thinking”*¹³ (VANDER, SHERMAN e LUCIANO, 2001, p. 2). Então, para se definir um artefato (confira seção 3.2) capaz de simular algumas características exclusivamente funcionais do corpo humano, será necessário definir, primeiramente, uma estrutura básica inspirada na divisão organizacional e funcional do corpo humano.

O primeiro passo para a definição do artefato será detalhar anatômica e fisiologicamente os componentes do corpo humano para se definir quais serão utilizados e como eles serão simulados, segundo critérios explanados ao longo do texto.

Assim, o corpo humano pode ser pensado, segundo uma visão sistemática, como uma agregação complexa de vários sistemas biológi-

¹³ Alguém não pode analisar significativamente as atividades complexas do corpo humano sem um modelo com o qual possa construir um conjunto de pontos de vista para guiar seu raciocínio. Tradução livre do autor.

cos, formados pelo agrupamento de diferentes componentes químicos, células, tecidos e órgãos. (RHOADES e TANNER, 2003; SALADIN, 2003; SEELEY, STEPHENS e TATE, 2004). Esses sistemas podem ser divididos segundo o quadro 5.1.

SISTEMA	PRINCIPAIS ÓRGÃOS	FUNÇÕES
Tegumentar	Pele	Proteção externa, regulação de temperatura, prevenção de perda de água
Esquelético	Ossos, articulações	Suporte e proteção ao corpo, produção de sangue
Muscular	Músculos e tendões	Mantém postura, gera calor corporal e produz movimento
Nervoso	Cérebro, medula, nervos e órgãos sensoriais	Regula funções corporais, integra sinais sensoriais, controla movimentação
Endócrino	Glândula pineal, glândulas adrenais, pâncreas, tireóide	Regulação do metabolismo, crescimento e reprodução
Cardiovascular	Coração, vasos e sangue	Transporte de O ₂ e nutrientes para os tecidos, remove resíduos
Linfático ou Imune	Linfonodos, vasos, timo e baço	Destrói agentes patogênicos,
Respiratório	Pulmões	Troca de O ₂ e CO ₂ entre o sangue e o ar, regula pH
Digestivo	Esôfago, estômago, intestinos, fígado, vesícula biliar	Transforma comida em nutrientes para o corpo, além de produzir resíduos
Urinário	Rins, bexiga	Remoção de resíduos do sangue, regulação do pH, balanço de água e de íons.
Reprodutivo	Órgãos específicos de cada sexo	Reprodução da espécie

Quadro 5.1: Sistemas de órgãos do corpo humano (SEELEY, STEPHENS e TATE, 2004; SCANLON e SANDERS, 2007).

Para cumprir o propósito inicial deste trabalho, necessita-se, primeiramente, adotar um critério para a simulação do corpo humano. Assim, a necessidade natural da manutenção da sobrevivência de um cor-

po, exposta por Damásio (1999; 2000b), pode ser descrita pelo funcionamento dos seguintes sistemas: nervoso, cardiovascular, digestivo, respiratório e endócrino.

Estes sistemas foram escolhidos para representar um corpo artificial, principalmente, porque suas características funcionais mostram, sobretudo, o envolvimento desses sistemas em uma rede de manutenção interna do corpo e da sobrevivência do ser, além de possuírem mecanismos ou funções biológicas relevantes para a constituição da linguagem corpórea.

O papel dos órgãos dos sistemas biológicos de manutenção de um corpo e, por conseguinte, em processos inconscientes que podem vir a se tornar conscientes, será utilizado segundo os argumentos apresentados no capítulo 2 e 3. Assim, o artefato proposto aqui incorporará simulações organizacionais e funcionais **similares** às suas contrapartes biológicas.

Na transição entre biológico e artificial, faz-se necessário definir, além do fator organizacional, as relações e os processos biológicos característicos das funções dos vários órgãos do corpo. E para cumprir esse fim, apresenta-se o conceito de “meio interno”. Ele é definido como o espaço de troca de substâncias entre todas as células de um corpo. Nele a partir das trocas de substâncias químicas entre células, acontece a manutenção dinamicamente constante do nível de nutrientes e demais componentes químicos, essenciais para a sobrevivência de cada célula do corpo.

A manutenção dinâmica do meio interno é chamada de *homeostase*. Por meio dela, pode-se determinar mecanismos básicos pelos quais os processos biológicos mantêm a aparente consistência do nível de substâncias químicas que compõem o meio interno.

A partir do ponto de vista da homeostase como conjunto de mecanismos voltados à manutenção de sua própria sobrevivência, pode-se visualizar o organismo humano como o conjunto de sistemas biológicos apresentados na figura 5.1.

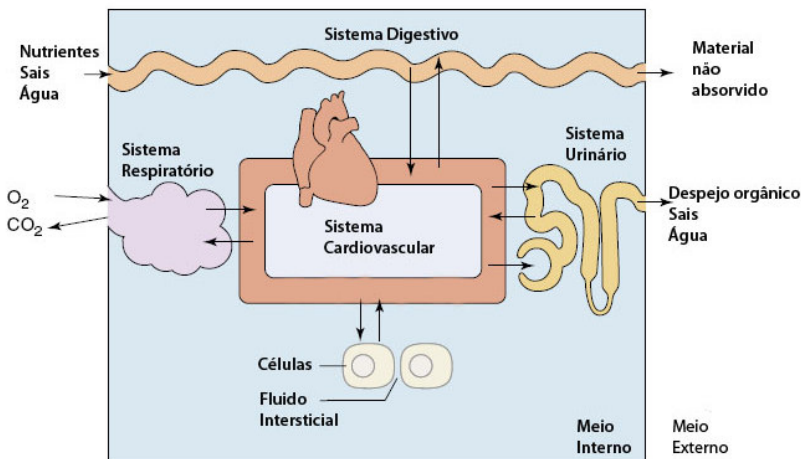


Figura 5.1: Visão homeostática do corpo humano, adaptado de Vander (2001).

Todavia esses sistemas não funcionam separadamente. Eles apresentam um elevado nível de integração de suas funções. Essa integração ocorre por meio da comunicação entre as células componentes desses sistemas. Essa comunicação pode ser classificada em dois tipos: neural e humoral.

O primeiro tipo de comunicação celular constitui a base do sistema nervoso, no qual diferentes partes do corpo comunicam-se de forma rápida por meio de conexões diretas entre células especializadas, chamadas células nervosas (neurônios). Essas células se comunicam por meio de neurotransmissores, substâncias químicas, especialmente, produzidas dentro das células nervosas.

No segundo tipo de comunicação, o sistema endócrino produz hormônios, esse tipo de substância viaja por todo o sistema circulatório e, apenas, as células com receptores adequados reagem a eles.

O mecanismo básico de funcionamento desses dois tipos de comunicação pode ser visto na figura 5.2. Na qual: (1) a célula (neurônios ou células endócrinas) quando devidamente estimulada produz ou induz a liberação de mensageiros (neurotransmissores ou hormônios). (2) Os mensageiros conectam-se apenas às células receptoras que contêm receptores adequados ao tipo de mensageiro. (3) As células alvo que recebem os mensageiros terão seu funcionamento alterado de acordo com o tipo de mensageiro e sua predisposição funcional interna.

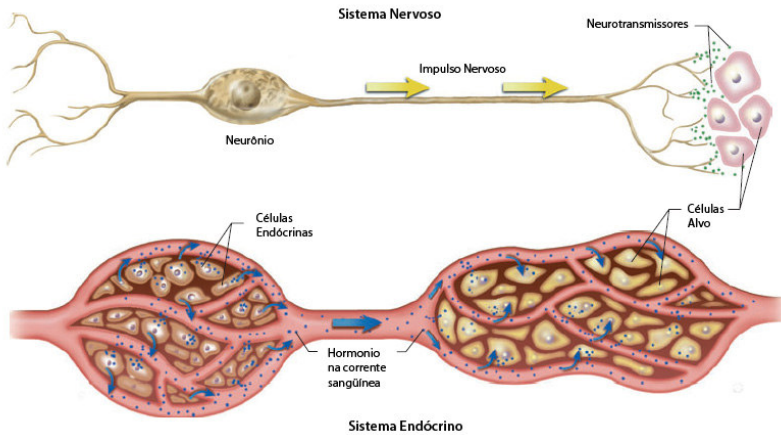


Figura 5.2: Tipos de comunicação interna, adaptado de Saladin (2003).

Mecanismos semelhantes a estes tipos de comunicação são utilizados para a comunicação entre elementos que constituem os sistemas funcionais do artefato, posto que estes tipos de comunicação englobam as formas mais comuns de transmissão de informações dentro do corpo e, por isso, foram as formas escolhidas para transmissão de mensagens no artefato.

Para se ter uma noção geral do papel de cada sistema no corpo e da relevância de seus componentes, em relação ao tipo de integração com os demais sistemas, as funcionalidades dos órgãos desses sistemas serão apresentadas resumidamente a seguir.

O primeiro sistema é o digestivo, que está dividido em um canal alimentar (cavidade bucal, laringe, esôfago, estômago, intestinos grosso e delgado e reto) e órgãos anexos (dentes, língua, glândulas salivares, fígado, vesícula biliar e pâncreas) (SALADIN, 2003; SCANLON e SANDERS, 2007).

Um ponto importante sobre o canal alimentar é que o esôfago, estômago e intestinos possuem uma rede nervosa (*sistema nervoso entérico*) que faz parte do sistema nervoso visceral ou autônomo. Sua função básica é regular a motilidade¹⁴ do trato digestivo, secreção e fluxo sanguíneo (SALADIN, 2003). É importante destacar que essa rede nervosa permite a transmissão de sinais ao sistema nervoso central e, por conta disso, será produzido um mapa neural de primeira ordem para esses órgãos em regiões especializadas do cérebro.

¹⁴ Capacidade ou habilidade de se mover, obedecer ao impulso de uma força motriz.

Em relação à função geral do sistema digestivo, pode-se descrevê-la por meio do seguinte processo: a comida ou fonte de energia é ingerida, depois digerida [transformada em nutrientes (aminoácidos, ácidos graxos e açúcares)] e absorvida (nutrientes são absorvidos por células e distribuídos no sangue). E por fim, os resíduos não digeridos são eliminados.

As funções individuais de cada componente desse processo são: propulsão e proteção (esôfago); armazenamento, digestão, absorção, mixagem e propulsão, além de proteção (estômago); neutralização, digestão, mixagem e propulsão, excreção e proteção (intestino delgado); e proteção, absorção, armazenamento, mixagem e propulsão (intestino grosso) (SEELEY, STEPHENS e TATE, 2004).

O processo geral acontece por meio de dois tipos gerais de reflexos autônomos, chamados de reflexo curto (mioentérico) e reflexo longo (vagovagal). O primeiro tipo diz respeito à estimulação mecânica ou à química do trato digestivo, causando a contração da musculatura próxima, um exemplo é o reflexo de deglutição. O segundo refere-se ao estímulo do próprio trato digestivo que provoca sua própria motilidade e produção de secreções de enzimas digestivas (SALADIN, 2003).

A função e a composição do sistema digestivo foram apresentadas, de forma resumida, para suportar a noção de que o artefato artificial proposto neste trabalho utiliza um sistema de controle energético inspirado no sistema digestivo humano. Assim, o sistema artificial contém componentes com funções de aquisição e armazenamento de energia, inspiradas nas encontradas no estômago e intestinos, além do fígado e pâncreas. Para simplificar, no sistema energético artificial, determina-se que o artefato utilizará somente um tipo de fonte de energia para manter o funcionamento de seus processos internos. Um maior detalhamento do sistema energético do artefato será apresentado na seção 5.2.1.

O sistema cardiovascular e o sistema respiratório têm como principais componentes o coração, os vasos sanguíneos (artérias, veias e capilares), pulmões e vias respiratórias. Esses sistemas possuem grande utilidade para a simulação, pois suas reações autônomas, sobretudo aquelas provocadas por fortes emoções, causam modificações em certos estados internos, devido a alterações características nos batimentos cardíacos e na ventilação pulmonar (RAINVILLE *et al.*, 2006), faz-se necessário uma simulação das características funcionais do sistema respiratório e cardiovascular.

Ressalta-se, ainda, a necessidade de um sistema cardiovascular e pulmonar devido ao fato de que a comunicação por meio de hormônios acontece, somente, pela abrangência desses sistemas e pelo fluxo san-

guíneo constante ao longo do corpo¹⁵. Essas características são essenciais para a transmissão de sinais químicos ao longo de todo o corpo. Como o sistema energético será explicado posteriormente, também estes sistemas serão apresentados na seção seguinte.

O sistema endócrino é mais um dos sistemas biológicos a serem simulados no artefato. Esse sistema consiste de glândulas (pituitária, pineal, tireóide, paratireóide e adrenal) e tecidos (hipotálamo, timos, pâncreas, testículos e ovário) que secretam vários tipos de hormônios na corrente sanguínea (SCANLON e SANDERS, 2007). Outros órgãos também possuem funções endócrinas, tais como o coração, a pele, o fígado, os rins, o estômago, o intestino delgado e a placenta (SALADIN, 2003).

A importância desse sistema para a simulação pode ser explicada pela existência de determinados órgãos que produzem mensageiros químicos, que interferem direta ou indiretamente no estado interno do corpo. Ainda, esse sistema pode ser interpretado como um sistema de comunicação interna do corpo que, diferentemente do sistema nervoso, transmite suas informações de forma mais distribuída e garante uma duração mais prolongada das mensagens circulantes.

Por fim, o último sistema e, provavelmente, o mais importante do organismo, o sistema nervoso. Suas funções principais são a entrada sensória, integração sensorial, homeostase, controle de músculos e glândulas e, principalmente, a atividade mental (SEELEY, STEPHENS e TATE, 2004). Ele pode ser dividido em sistema nervoso central (cérebro e a medula espinhal) e sistema nervoso periférico (nervos cranianos e espinhais, gânglios e terminações nervosas). Pode-se, ainda, dividir o sistema nervoso periférico em uma parte sensória e outra motora. O sistema nervoso autônomo apresenta uma divisão em três partes: simpática, parassimpática e entérica.

A abrangência do sistema nervoso é extensa demais para ser explicada neste trabalho. Por este motivo, apenas algumas de suas funções serão exploradas mais detalhadamente para se estabelecer quais delas serão simuladas no artefato. Para isso, será utilizada a constituição do “eu primitivo” determinada por Damásio. Nela as principais regiões cerebrais são os núcleos do tronco cerebral (DAMÁSIO e PARVIZI, 2001), o hipotálamo, o prosencéfalo basal, o córtex insular, o córtex SII e os córtices parietais mediais (DAMÁSIO, 2000b). Todas essas regiões

¹⁵ Na verdade alguns tipos de substâncias que estão presentes no sangue não circulam por todo o corpo, pois existe uma barreira impermeável à entrada de: proteínas plasmáticas, lipídios não solúveis e moléculas orgânicas grandes na rede vascular do cérebro.

estão relacionadas à manutenção do estado interno e fundamentação da mente.

Pelo exposto, a simulação do artefato incluirá as seguintes funções do sistema nervoso homeostase, controle de glândulas e comunicação interna. Outro critério para escolha de simulações do sistema nervoso recai sobre os elementos biológicos envolvidos na produção de mapas neurais, que representam os componentes caracterizadores da linguagem corpórea, proposta no capítulo anterior.

Após a exposição dos principais sistemas biológicos utilizados como inspiração para a simulação do artefato, partir-se-á, na seção seguinte, para uma explicação mais detalhada dos componentes do artefato, e quais serão seus processos básicos de funcionamento.

5.2.1 Componentes e processos

O artefato está definido segundo um conjunto de componentes unidos, logicamente, por meio de um esquema estrutural e funcional dividido em níveis organizacionais. Nesse esquema, cada componente possuirá um papel específico e uma função distinta. Entretanto, níveis de integração serão adicionados a este esquema para garantir que funções mais complexas ou compostas sejam disponibilizadas ao artefato a partir das funções individuais de cada componente.

Assim, o esquema do artefato possui as seguintes divisões:

- Sistema Energético – correspondente às funções do sistema digestivo, cardiovascular e respiratório;
- Sistema de Comunicação Interna – corresponde aos sistemas nervoso e endócrino;
- Sistema de Controle Interno – responsável pela manutenção do meio interno do artefato (funções homeostáticas dos principais sistemas biológicos);
- Sistema Estrutural – abriga os elementos do sistema músculo-esquelético, além do sistema tegumentar (pele);
- Sistema Sensorial – reúne as funções dos órgãos sensoriais especiais (olhos e ouvidos) a serem utilizadas no artefato para interação com o meio externo;
- Sistema de Integração – representa a simulação de funções cerebrais no artefato.

O quadro a seguir mostra a correspondência dos componentes do artefato para o Sistema Energético com seus análogos biológicos, além das funções desempenhadas por esses no artefato.

Sistema Energético – Sistema Digestivo		
<i>Componente</i>	<i>Órgão biológico</i>	<i>Funções Artificiais</i>
Conversor inicial	Estômago	Ingestão, transformação energética.
Reservatório intermediário	Fígado	Transformação e armazenamento energético.
Reservatório final	Intestinos	Transformação e armazenamento energético.
Modulador energético	Pâncreas	Produção de sinalizadores energéticos
Distribuidor energético	Coração/Pulmões	Controle da circulação energética
Banda energética	Vias sanguíneas	Circulação energética

Quadro 5.2: Componentes do Sistema Energético

Antes de mencionar cada função, é necessário introduzir a noção de tipo de energia que foi utilizada na simulação do artefato. A inspiração sobre a fonte energética recaiu sobre a divisão energética biológica. Sendo assim, os componentes encontrados na comida (carboidratos, proteínas e gorduras) foram denominados na simulação de modo geral como Energia Externa. Esta da mesma forma que sua contraparte biológica, é transformada, posteriormente, em outros tipos de energia mais adequados aos processos internos simulados no artefato.

Os demais tipos de energia do artefato são: Energia Livre – correspondente à glicose circulante na corrente sanguínea; Energia Semi-Fixa – correlacionada com a forma de glicose armazenada no fígado e músculos, o glicogênio; Energia Fixa – relacionada à quantidade de gordura saturada armazenada em um corpo biológico; e, por fim, a Energia Interna – correspondente ao nível de utilização celular de energia, interpretado aqui como o uso do ATP¹⁶.

As funções dos componentes do Sistema Energético estão relacionadas a transformações e ao armazenamento desses tipos de energia. Essas transformações ocorrem de maneira que uma quantidade finita de Energia Externa é transformada em Energia Livre pelo conversor inicial,

¹⁶ ATP é uma sigla para referenciar o Trifosfato de adenosina, que é um nucleotídeo responsável pelo armazenamento de energia em suas ligações químicas.

após essa energia é distribuída no sistema. O aumento na quantidade de Energia Livre causa seu armazenamento na forma de Energia Semi-Fixa e, em caso de excesso desta, em Energia Fixa, de acordo com as respectivas reservas no reservatório intermediário. O reservatório final armazena apenas Energia Fixa repassada da transformação da Energia Livre em excesso e que não pôde ser armazenada no reservatório intermediário.

A Energia Interna é utilizada para o funcionamento de todos os componentes do artefato, além da produção de mensageiros. Diferente do ATP biológico que é produzido e logo utilizado, a Energia Interna é armazenada dentro dos componentes do artefato para consumo interno. Contudo, existe uma quantidade de Energia Interna circulante para prover energia quando necessário aos componentes, pois a única forma de obtenção de Energia Interna é pela transformação de Energia Livre circulante.

A ordem de transformação energética então seria: Energia Externa para Energia Livre; Energia Livre para Energia Semi-Fixa ou Fixa; Energia Semi-Fixa ou Fixa para Energia Livre; e por fim, Energia Livre para Energia Interna.

Uma característica importante do Sistema Energético é a circulação de energia pelo artefato. Apenas dois tipos de energia circulam pelo artefato: Energia Livre e Energia Interna. A manutenção dessa circulação é feita pelo distribuidor energético, que monitora o nível energético circulante e mantém a distribuição energética de acordo com a quantidade de energia disponível. Essa circulação é implementada pelo componente banda energética, Figura 5.3.

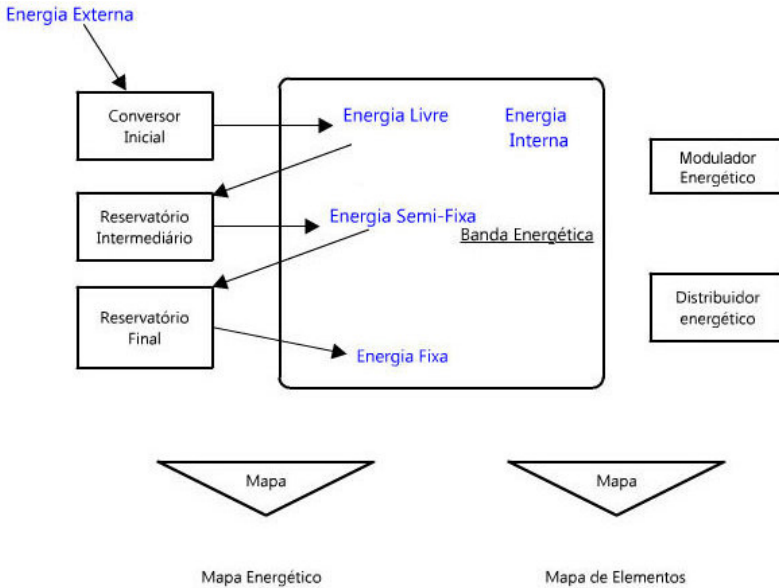


Figura 5.3: Sistema energético.

O modulador energético possui o papel de monitorar o nível de Energia Livre circulante, isso devido ao auxílio do componente banda de monitoramento. Esse monitoramento interfere na produção de sinalizadores energéticos responsáveis pela manutenção dos níveis normais dos vários tipos de energia do artefato. Tais sinalizadores serão vistos mais a frente quando se comentar sobre a banda lenta.

Além de funções relacionadas ao processo de controle energético interno, cada componente, deste sistema, possui variáveis internas que representam seu estado interno. Este estado é representado pelo agrupamento das variáveis de nível de energia interna, nível de funcionamento e nível de alerta estrutural do componente. Os valores padrões para essas variáveis são mantidos constantes pelos próprios componentes, pois, assim, cada componente poderá simular a integração de células para manter um órgão funcional.

As informações dessas variáveis são codificadas em um elemento chamado Mapa dos Elementos. Neste mapa, cada componente do artefato tem suas variáveis de estado interno representadas na forma de listas numéricas. Entretanto, no estágio atual da simulação, o artefato utiliza apenas os valores da variável de nível de funcionamento.

Já as informações dos valores das energias são codificadas em um elemento chamado Mapa Energético, responsável por representar em uma lista única os valores de cada tipo de energia do artefato. Esses dois tipos de mapas são comparáveis ao mapa de primeira ordem das vísceras (elemento do estado interno, segundo Damásio (2000b)).

Os componentes do Sistema de Comunicação Interna estão expostos no quadro a seguir. A partir desses componentes, tentou-se estabelecer um meio de comunicação entre os vários elementos componentes do artefato, semelhante aos tipos de comunicação neural e humoral. Desse modo, o componente chamado banda rápida tenta simular o tipo de comunicação neural e o componente banda lenta, o humoral.

Sistema de Comunicação Interna – Sistema Nervoso e Endócrino		
<i>Componente</i>	<i>Órgão biológico</i>	<i>Funções Artificiais</i>
Banda rápida	Vias neurais	Meio de transmissão de informações
Banda lenta	Vasos sanguíneos	Meio de transmissão de informações
Banda de monitoramento	Sensores internos	Monitoramento das outras bandas
Distribuidor interno	Coração/Pulmões	Circulação de sinalizadores
Estação de integração	Tálamo	Retransmissão de informações, transferência de comando, pré-processamento sensorial
Estação de transmissão	Tronco encefálico	Coordenação dos ritmos dos distribuidores, execução de reações diversas no corpo, agrupamento dos submapas do corpo

Quadro 5.3: Componentes do Sistema de Comunicação Interna

A comunicação neural acontece a partir de elementos de ligação entre os componentes do artefato, visando simular as conexões neurais entre células nervosas e demais células do corpo. Todavia, não foram utilizados conceitos de redes neurais artificiais neste trabalho e a forma de comunicação entre elementos acontece por meio da troca de mensagens, o que pode ser comparado, rudimentarmente, ao serviço de uma central telefônica.

Assim, quando um elemento deseja enviar um comando, por exemplo, a outro componente, o primeiro envia uma mensagem que será, então, interceptada por um elemento de ligação, que por sua vez sempre

recebe esse tipo de mensagem. Nele, ainda, existe um tipo de tabela com mensagens a serem transmitidas. Essas mensagens, então, serão recebidas apenas pelo componente que estiver preparado para interpretar o conteúdo da mensagem enviada pelo elemento de ligação.

Isso representa o meio de transmissão de informações por meio do componente banda rápida. Já o tipo de comunicação humoral foi simulado com a utilização de elementos denominados sinalizadores. Estes possuem um papel semelhante ao dos hormônios biológicos. Porém, não é intenção, deste trabalho, simular o funcionamento exato dos hormônios, mas sim, usá-los como inspiração funcional na transmissão de informações.

Com relação ao componente banda lenta, os sinalizadores circulam em um ritmo determinado pelo componente distribuidor interno, que estabelece uma frequência (semelhante à cardio-pulmonar) para o deslocamento dos sinalizadores ao longo da via disponibilizada pela banda lenta.

O papel desses sinalizadores é o de representar o nível de uma determinada substância que é utilizada como “sensor” para determinados processos internos. Isso pode ser entendido pelo seguinte exemplo biológico: um hormônio como a adrenalina, ao ter seu nível aumentado por algum processo interno, causa uma reação em outras partes do corpo que estão preparadas para detectar alterações no seu nível normal. Logo, como sua contraparte biológica, um sinalizador também possui um papel semelhante na comunicação de eventos que modificam o meio interno.

Esse meio é representado por um conjunto de valores que indicam o nível de cada sinalizador na banda lenta. Tal conjunto é obtido por meio do monitoramento de cada valor do nível de sinalizador no componente banda de monitoramento. Nele estão presentes os sensores internos do artefato, que verificam, constantemente, as variações dos valores dos sinalizadores. Esses valores, codificados na forma de um mapa de sinalizadores, são utilizados para representar o meio interno do artefato, algo semelhante ao meio interno de um corpo biológico.

Os outros dois componentes desse sistema são a estação de integração e a estação de transmissão. Ambos representam partes “cerebrais” do artefato relacionadas à transmissão de informações para outros componentes e de outras funcionalidades. A estação de integração possui papel ativo no pré-processamento de sinais advindos dos componentes sensoriais externos, além de ser responsável pela distribuição de boa parte das informações de componentes mais diretamente relacionados ao

corpo para componentes mais voltados ao processamento “mental” do artefato.

Por sua vez, a estação de transmissão coordena um ritmo sincronizado das frequências geradas pelos componentes distribuidores. Outra função desse componente diz respeito à execução de ações relacionadas ao processamento emocional em que o artefato pode se engajar, dependendo dos estímulos externos. Assim, como parte do processo emocional, esse componente executa ações específicas em componentes sob o seu controle indireto (distribuidores), e mesmo sobre outros que possam ter seu funcionamento afetado por alguma modificação no meio interno do artefato.

E, por fim, esse componente agrupa os diversos submapas que serão unificados para a formação do chamado mapa do corpo do artefato. A Figura 5.4 apresenta um resumo do sistema de comunicação, mostrando que as informações das energias e componentes internos do artefato influenciam os sinalizadores, e estes, por sua vez, geram informações para os componentes de integração do sistema de comunicação.

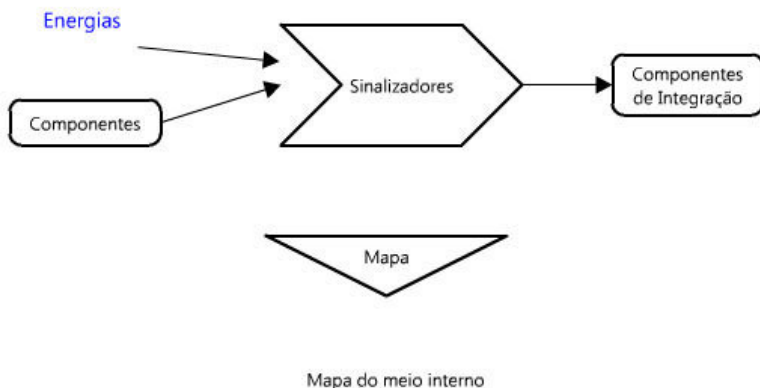


Figura 5.4: Sistema de Comunicação Interna

O Sistema de Controle Interno é um sistema importante para a integração de informações advindas dos sensores do corpo e, principalmente, por possuir componentes que controlam o estado constante do meio interno, por meio de processos homeostáticos. Seus componentes e principais funções estão listados no quadro 5.4.

Sistema de Controle Interno – Regiões cerebrais diversas		
<i>Componente</i>	<i>Órgão biológico</i>	<i>Funções Artificiais</i>
Controlador	Hipotálamo	Manutenção energética e de sinalizadores, processamento de necessidade alimentar, sobrevivência e de disposição para movimentação
Concentrador central	Córtex Insular	Agrupamento de variáveis do estado interno do corpo
Estruto sensorial 1	Córtex SI	–
Estruto sensorial 2	Córtex SII	-

Quadro 5.4: Componentes do Sistema de Controle Interno

O componente controlador monitora as variáveis energéticas e sinalizadores com o objetivo de manter níveis normais dessas variáveis que representam o estado de funcionamento normal do artefato. Nesse estado, o artefato tende a sustentar um nível constante de energia circulante, tal como o nível de glicose constante dos corpos biológicos. Ainda, caso aconteça alguma variação nos níveis normais das variáveis, esse componente irá tentar, por meio de comandos indiretos, enviados via banda lenta, contrabalancear as alterações para então reestabelecer os níveis normais ou muito próximo deles.

Uma função complementar ao controle homeostático do meio interno é o controle da necessidade alimentar do artefato. Essa determina se o artefato precisa ou não se alimentar de acordo com os níveis energéticos atuais, sobretudo o nível de Energia Semi-Fixa. Essa necessidade pode ser comparada às alterações que o corpo sofre, provocadas, principalmente, pelo estômago devido à falta de alimento para o processamento de nutrientes.

O uso da Energia Semi-Fixa para o estabelecimento da necessidade de alimentação representa um controle de curto prazo para manutenção energética do artefato, pois as primeiras reservas energéticas a serem consumidas são desse tipo de energia. Todavia, em relação à regulação de longo prazo, o componente controlador monitora o nível de Energia Fixa geral do artefato, para determinar a necessidade de alimentação de acordo com um período maior que aquele entre “refeições” simultâneas.

Além dessas funções, o controlador possui o papel de executor no processamento emocional. Neste papel, ele recebe todos os sinais sobre um tipo específico de emoção, o que lhe permite ser o grande responsável pela execução de reações no corpo relacionadas à emoção. Tais rea-

ções podem modificar algumas das variáveis do estado interno de tal sorte que um novo estado, o estado emocional será definido. Contudo, somente o recebimento de sinais e o relacionamento desses sinais, com algumas reações, foram implementados. A etapa de execução foi deixada para uma continuação no desenvolvimento do artefato.

Ainda em relação ao estágio atual de desenvolvimento da simulação, o componente concentrador sensorial está representando alguns dados necessários para que, no futuro, as sensações externas ou internas do corpo possam ser utilizadas como substrato para a produção de sentimentos. Porém, atualmente, ele possui duas funções: a primeira diz respeito à produção de sinais de saciedade que influenciam as motivações do artefato; e a segunda, refere-se ao agrupamento da representação de algumas variáveis do corpo (a emoção momentânea, o estado de alerta estrutural e o nível geral da frequência de elementos circulantes do corpo). Para a continuação do desenvolvimento do artefato, uma função interessante é a possibilidade de modulação do funcionamento de outros componentes do corpo a partir do processamento emocional ou da situação energética atual.

O componente estruto_sensorial 1 tem o papel de unificar a informação da posição espacial atual do corpo, com a posição que a mente do artefato percebe sobre onde está o corpo no espaço. Essa união é importante para a noção de espaço percebido pelo artefato, e, ainda, pode ser considerada uma ligação entre o “eu” mental do artefato com o seu “eu” corporal.

O estruto_sensorial 2, por sua vez, tenta a partir das informações dos sensores internos da estrutura do corpo artificial, fornecer à mente do artefato a “sensação” de se possuir uma determinada parte do corpo. Isso, junto com a sensação de posição percebida e a real do corpo, permite a localização, percepção e, principalmente, a identificação de um corpo como sendo o elo de ligação da mente do artefato com o ambiente exterior.

Em relação aos componentes estruto_sensorial 1 e estruto_sensorial 2, somente aquisição de dados da posição espacial do corpo, em relação ao ambiente, e o agrupamento dos dados dos sensores internos, foram implementados. As demais funcionalidades necessitam da criação de processos mentais fora do escopo da simulação do artefato para mostrar a linguagem corpórea.

As informações agrupadas pelos componentes desse sistema (variáveis energéticas, dos níveis de comunicação e de componentes do sistema estrutural) permitem a produção do mapa do meio interno do

artefato, o qual representa o mapa de primeira ordem fisiológico que representa parte do estado interno do corpo.

No Sistema Estrutural encontram-se os componentes que representam as partes móveis e fixas do artefato, sejam elas internas ou externas, com exceção dos elementos do sistema energético que são considerados componentes internos, mas que, nesse modelo, não são componentes estruturais (quadro 5.5).

Sistema Estrutural – Partes do corpo biológico		
<i>Componente</i>	<i>Órgão biológico</i>	<i>Funções Artificiais</i>
Partes	Cabeça, tronco e membros	Definição de um corpo artificial

Quadro 5.5: Componentes do Sistema Estrutural

Apesar do formato do corpo biológico determinar muito de sua natureza interna, tanto em relação às suas capacidades de locomoção quanto de necessidades alimentares, escolheu-se, para o artefato, a noção de um corpo genérico, que pode ter sua forma externa modificada sem, contudo, alterar suas funções de funcionamento interno. Desse modo, uma estrutura esquelética que possa vir a definir o formato externo do corpo não é necessária para a simulação, devido à escolha de uma modelagem simples e que não fique dependente de uma configuração biológica específica.

Assim, apesar de não se optar por uma forma externa definida para o artefato, os componentes estruturais possuem elementos que teriam de simular a existência de músculos, tendões e articulações. O que garantiria a produção de um mapa estrutural completo que represente o estado desses componentes no espaço e no tempo, o mapa de primeira ordem músculo-esquelético. Entretanto, na simulação do artefato, somente as articulações foram simuladas, o que limita a abrangência do mapa estrutural.

Ainda em relação ao Sistema Estrutural, para se demonstrar a linguagem corpórea ou pelo menos seus elementos, foi adicionado um componente, na superfície do artefato, para sua visualização externa. Esse componente superficial apresenta, visualmente, os mapas de primeira ordem referentes ao estado interno do corpo e ele será melhor descrito na seção seguinte.

Quanto ao Sistema Sensorial, existem dois tipos de sensoreamento para a detecção de objetos no ambiente em que o artefato foi inserido. Um deles é algo semelhante à visão humana, porém, em um nível muito mais simples. O outro não possui relação direta com qualquer órgão

sensorial humano, contudo, poderia ser apontada uma inspiração biológica para esse segundo sentido do artefato. Essa seria a “sensação de proximidade” que se pode sentir sem se estar vendo ou ouvindo um objeto próximo ao corpo, não confundir com a “eco-localização”, ou auto-localização por meio de eco. Assim, esses dois sentidos foram incorporados ao artefato por meio dos componentes sentido visão e sentido proximidade (quadro 5.6).

Sistema Sensorial – Olhos e outros órgãos sensoriais		
<i>Componente</i>	<i>Órgão biológico</i>	<i>Funções Artificiais</i>
Sentido visão	Olhos	Identificação de objetos externos
Sentido proximidade	-	Localização e presença de objetos externos
Integrador sensorial	Córtices de integração sensorial	Unificação de informações sensoriais, produção do primeiro mapa do objeto

Quadro 5.6: Componentes do Sistema Sensorial

O sentido de visão do artefato funciona de forma diferente da visão humana, pois seu esquema de detecção funciona de maneira ativa. Assim, o “órgão” sensorial do artefato emite um conjunto de sinais que, ao encontrarem algum objeto, retornam uma informação sobre tal encontro. Pode-se imaginar que esse sentido é parecido com o sentido de radar dos morcegos, porém sem o uso de ondas sonoras.

Já o componente de proximidade se vale da funcionalidade, de detecção automática de objetos, disponibilizada pelo programa utilizado na simulação do artefato. Por meio dessa funcionalidade, o artefato cria uma lista de objetos que estão próximos ao seu corpo, e, dessa maneira, ele pode determinar as respectivas distâncias espaciais em relação à posição de seu corpo. A lista de objetos próximos ao artefato é mapeada como uma lista de números, que representa a distância ao centro do objeto, relativos a cada objeto.

O último componente deste sistema, o integrador sensorial, possui o papel de unir as informações dos dois sentidos, para então estabelecer um rótulo específico para cada objeto detectado. Assim, a informação unificada de um objeto detectado é transformada em um mapa do objeto, que representa as primeiras informações sobre o objeto, e que será utilizado e complementado por outros componentes para, então, produzir o reconhecimento final do objeto.

Uma qualidade importante desse sistema é a criação de um nível fundamental de atenção. Nele, qualquer objeto é focalizado quando detectado pela primeira vez, permanecendo essa atenção momentânea até que outro objeto seja detectado ou que um tempo pré-estabelecido seja alcançado.

Esse tipo de atenção pode ser comparado com um precursor do nível de vigília humano, ressaltando-se que, nesta simulação, adotou-se a noção de que objetos externos podem ser detectados e focalizados, sem a necessidade de qualquer tipo de consciência sobre a existência desses objetos.

O último sistema organizacional do artefato é o Sistema de Integração. Nele os componentes simulados possuem capacidades semelhantes a alguns dos processos mentais humanos, tais como a memória, a produção de imagens, a integração sensorial-motora e o processamento cognitivo das emoções. Entretanto, esses processos não são elementos fundamentais para o artefato, devido ao objetivo deste trabalho.

Contudo, a mente humana surgiu da evolução de processos básicos desenvolvidos, principalmente, para a manutenção do corpo e da vida. Assim, ao simular a mente humana, pode ser um objetivo plausível, porém de extrema complexidade, pois, no nível atual de desenvolvimento cerebral humano, a mente é mais do que um conjunto de processos para manutenção do corpo. Ela é o receptáculo de um processo mais desenvolvido, a consciência (capítulos 2 e 3).

Nesta simulação computacional, somente alguns dos processos mentais envolvidos diretamente com a manutenção de um estado compatível com a vida são utilizados como inspiração para os processos de manutenção energética do artefato proposto.

Sendo assim, os processos mentais escolhidos para o desenvolvimento do artefato, a ser apresentado neste trabalho, são uma forma simplificada do processamento mental necessário para a total coordenação dos mecanismos e reações emocionais, tomada de decisão envolvida nas necessidades e motivações instintivas e controle inconsciente coordenado das partes do corpo.

A seção seguinte apresenta o programa utilizado para simular o artefato e mais detalhes sobre o seu funcionamento.

5.3 Simulação computacional do artefato

O programa computacional utilizado para simular o artefato proposto neste trabalho foi o *breve*¹⁷. Ele é um programa, de código livre, para construção de simulações de sistemas multi-agentes e vida artificial, cuja característica mais notável é a possibilidade de se criar simulações com agentes virtuais em um mundo virtual em 3D (devido a tecnologia *OpenGL*) que obedecem a leis básicas da física, tais como gravidade, aceleração, velocidade e torque.

As ações desses agentes podem ser programadas em duas linguagens: *Phyton* e *steve* (uma linguagem de *script* própria desse ambiente). Na simulação do artefato, foi escolhida a linguagem *steve*, por ser fácil de programar (uma variante simplificada da linguagem C) e ter sido a linguagem de desenvolvimento principal do *breve*.

Esse programa preenche alguns requisitos fundamentais para a demonstração da existência da linguagem corpórea. Um deles é simular um agente computacional com partes independentes uma das outras (sub-agentes relacionados a um agente coordenador ou integrador de processos), da mesma forma que diferentes órgãos interagem em um corpo biológico.

Outro requisito é o de poder inserir o artefato em um ambiente físico controlado, que simule um meio semelhante a um nicho ecológico, mesmo que virtual. Pois, em um ambiente real, os detalhes físicos de cada interação de um objeto com um corpo envolvem a modificação de diversas variáveis fisiológicas, afetadas pela própria dinâmica física do corpo e pela interação entre o objeto e o corpo. Por este motivo, optou-se por uma simulação de ambiente simples o suficiente para se permitir observar as características relevantes para o problema do trabalho, isto é, as variáveis de estado interno de um artefato.

Outros programas de simulação similares ao *breve* são: MASON, *Repast*, *Swarm* e *Processing*, dentre outros. O primeiro, *Multi-Agent Simulator Of Neighborhoods* – MASON, é uma biblioteca multi-agente de eventos discretos para simulação escrita em Java, cujas funcionalidades principais são a visualização em 2D ou 3D independente do código do modelo da simulação e integração com qualquer código escrito em Java.

O *Repast* (*Recursive Porous Agent Simulation Toolkit*) é um programa para programação de simulações multi-agentes em Java / Groovy com possibilidades de armazenamento de dados diversas, geração de

¹⁷ Ambiente de simulação breve: <http://www.spiderland.org/>

relatórios, distribuição da simulação via redes computacionais, visualização em 2D ou 3D, dentre outras funcionalidades.

O *Swarm* é um programa para simulação baseada em agentes de sistemas complexos. Os modelos são estruturados na forma de coleções de agentes que interagem concorrentemente e que podem ser escritas nas linguagens *Objective-C* ou Java.

O *Processing* é um ambiente e uma linguagem de programação usado para modelar, visualmente, modelos diversos, envolvendo grandes quantidades de dados. Ele é desenvolvido em Java e a visualização é feita via Java 2D ou Java 3D.

Apesar de esses programas oferecerem várias facilidades, todos envolviam a programação na linguagem Java e, por este motivo, limitações em relação ao processamento em tempo real dessa tecnologia¹⁸. Isso leva a uma codificação mais demorada e necessita de cuidados mais elaborados em relação à construção de estruturas de programação. Já a linguagem de *script* do *breve* forneceu uma forma mais rápida e fácil de programar a simulação, pois sua simplicidade permite a codificação de ações com resultados visuais imediatos.

Em relação à modelagem do artefato, a figura 5.5 fornece uma visão geral de como os vários componentes apresentados, na seção anterior, interagem no artefato. Cada elemento do artefato é um módulo independente que se comunica com os demais elementos por meio da troca de mensagens.

¹⁸ Em experimentos realizados pelo autor com Java 1.5, observou-se que entre a representação visual e as ações programadas havia a necessidade de enfileiramento de processos, o que atrasou a representação visual de uma ação.

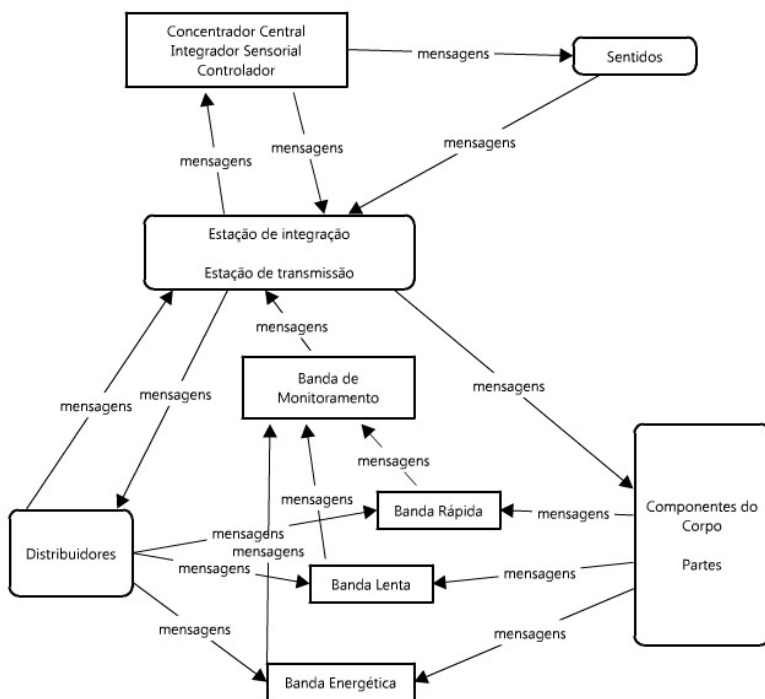


Figura 5.5: Simulação do artefato no programa *breve*.

O desenvolvimento da simulação começou pela criação de um meio ambiente (Figura 5.6). Este foi determinado a partir da idéia de que o artefato é uma entidade que pode se movimentar pelo ambiente por meio de propulsão própria, independentemente de forças externas. Este quesito foi imposto por uma limitação do programa *breve*, pois, na versão (2.7.2) utilizada neste trabalho, não foi possível simular ambientes como a água ou o ar, os quais apresentam forças externas de atrito como correntes e vento. Por isso, optou-se por um ambiente no qual o artefato “flutua” acima do chão e não seria afetado pela gravidade do ambiente.

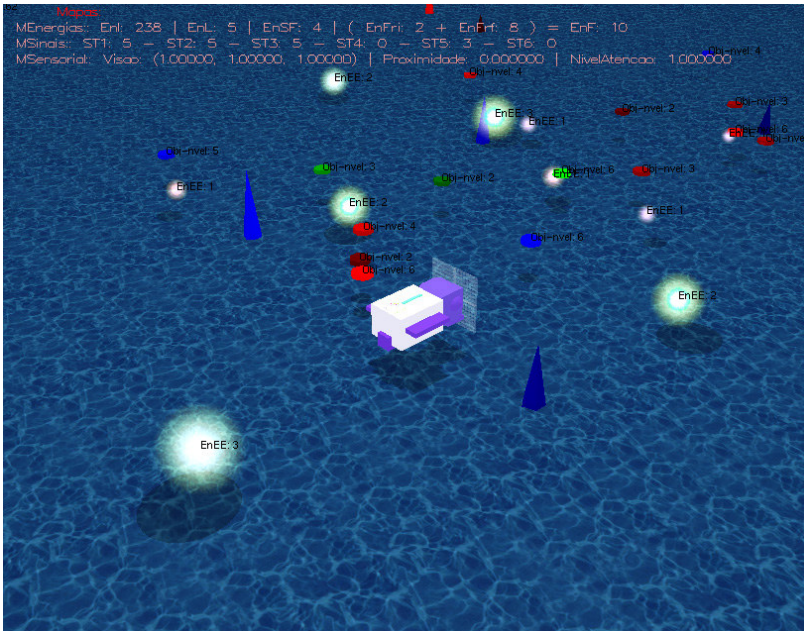


Figura 5.6: Simulação do artefato no programa *breve*.

Por este motivo, a forma do artefato, então, lembra a de um peixe, com barbatanas laterais e uma caudal, além da cabeça e olhos. Um elemento visual importante, localizado nas “costas” do artefato, é um quadro que representa uma região da sua superfície, na qual a linguagem corpórea é mostrada. Ainda em relação à figura 5.5, pode-se observar uma grade à frente da cabeça, que representa o sentido de visão, visível apenas para fins de apresentação de sua função.

Os demais componentes do ambiente de simulação são objetos que podem assumir três configurações visuais e físicas. O primeiro tipo de objeto é aquele que pode servir de fonte de energia para o artefato. Esse tipo de objeto foi codificado na forma de esferas brilhantes estáticas.

Foi estabelecido um padrão visual para identificação dos tipos de fontes energéticas, como segue: vermelho para uma fonte “salgada”; verde para uma fonte “amarga”; e amarelo para uma fonte “doce”. Além desse padrão, esse tipo de objeto possui, em seu diâmetro, a informação visual da quantidade de unidades de energia contida.

Outros dois tipos de objetos são os estáticos e os dinâmicos. Ambos possuem a mesma escolha de padrão de cores das esferas energéti-

cas, entretanto, com significado diferente. O vermelho representa objetos que são considerados perigosos, verde representa objetos neutros e o azul representa “algo bom”. Existe ainda uma gradação na intensidade dessas cores, para indicar o grau ou a força de cada característica representada pela cor. A forma desses tipos de objetos é a única pista visual para sua diferenciação, sendo aqui a forma piramidal utilizada para os objetos estáticos e a cilíndrica achatada para os dinâmicos.

Para exemplificar a codificação dos objetos externos e, ao mesmo tempo, apresentar o funcionamento do sentido de visão, a Figura 5.7 apresenta as etapas básicas de como esse sentido foi simulado no artefato. A primeira etapa é mostrada na lateral esquerda da figura por duas imagens em ângulos diferentes (lateral e frontal), a segunda representada pelas imagens ao meio e a última etapa corresponde às imagens na lateral direita da figura.

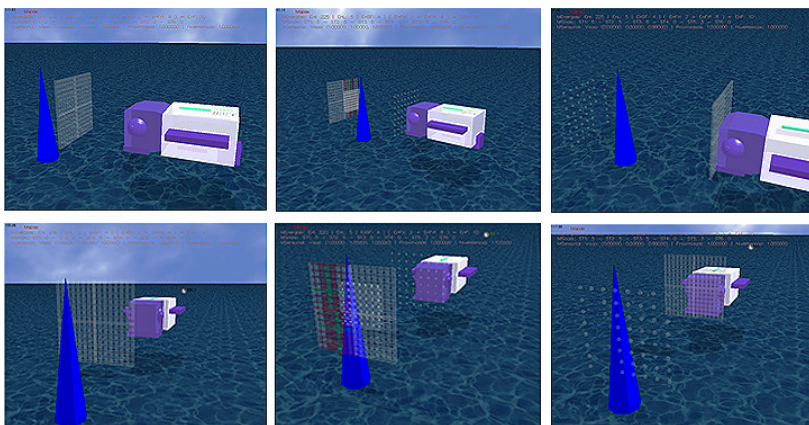


Figura 5.7: Simulação do Sentido de Visão do artefato.

A primeira etapa de processamento visual de um objeto externo acontece com o envio de uma grade quadrada composta por barras horizontais e verticais divididas em quatro quadrantes. Quando essa grade toca um objeto externo ao corpo do artefato, apenas as barras que tocaram o objeto mudam de cor para representar a localização do objeto no “campo de visão” do artefato. Se a grade não tocar em nada, ela se “dissipa” após certa distância do artefato e uma nova grade é gerada na sua frente.

O próximo passo é a produção de um quadrado que represente a atenção temporária que o artefato estabelece para o objeto detectado pelas barras. Esse quadrado é posicionado de acordo com a posição

mediana das barras que tocaram o objeto e ele permanece apenas por alguns segundos, representando assim a temporalidade desse nível de atenção.

Após a produção da atenção temporária, termina a segunda etapa e tem-se início a terceira e última etapa. Uma nova grade, composta por esferas, é enviada em direção ao objeto e ao tocá-lo somente as esferas que o tocaram assumem a sua cor. Essa informação, então, é repassada ao sentido de visão do artefato que agora possui uma localização relativa do objeto e sabe o “tipo” de objeto por sua cor e forma.

Dependendo do tipo de objeto, o artefato pode tomar medidas pré-programadas (inatas) relativas à sua sobrevivência. Por exemplo, caso o artefato detecte um objeto vermelho próximo, ele pode então afastar-se do mesmo para prevenir qualquer tipo de mal a sua integridade. Ou ainda, caso detecte uma esfera de energia, ele pode movimentar-se em direção a ela caso esteja com pouca energia.

Após a apresentação do ambiente e dos componentes do artefato, parte-se para a explicação de dois mecanismos importantes para o seu funcionamento e sua sobrevivência: o primeiro, se refere ao mecanismo energético; e o segundo, se refere às necessidades homeostáticas relativas à energia e sobrevivência do corpo do artefato.

O funcionamento energético do artefato está baseado em uma divisão de tipos diferentes de energia, conforme apresentado anteriormente neste capítulo. Contudo, da mesma forma que um corpo biológico possui mecanismos de controle energético, o artefato possui dois deles responsáveis por manter um nível energético adequado ao seu funcionamento.

Um deles tenta simular o papel de certas substâncias químicas disparadas na corrente sangüínea, distribuindo para informar mudanças de substâncias importantes. No caso do artefato, as substâncias químicas são simuladas por meio dos sinalizadores. Estes representam elementos circulantes que indicam a mudança de alguma variável energética do artefato.

No artefato, foram implementados pares de sinalizadores para cada variável energética, assim, quando uma variável tem seu valor diminuído, um sinalizador tem seu número aumentado e quando essa variável tem seu valor aumentado, outro sinalizador tem seu número diminuído. Essa dinâmica foi estabelecida com 6 sinalizadores para 3 variáveis energéticas do meio interno do artefato.

Tanto os sinalizadores quanto as energias foram implementados como elementos circulantes em uma lista. Cada elemento é transferido de sua posição na lista para a seguinte e cada uma dessas posições é

acessada por componentes específicos do corpo. Isso simula o fluxo de elementos em uma corrente, pois cada elemento é movido para outra posição e o acesso aos elementos é feito em posições diferentes no fluxo.

O segundo tipo de controle energético funciona conforme uma dinâmica de conservação e de reposição energética que segue as seguintes regras: a Energia Interna é utilizada por todos os componentes do artefato como moeda energética; ela possui um nível circulante não constante e, internamente em cada componente, um nível mantido de acordo com as atividades desse componente. Caso esse nível caia para um limiar mínimo (em torno de 208 unidades), estabelecido segundo cálculos estimados relativos ao nível energético diário de um adulto humano (GUYTON, 2005), a Energia Livre será convertida em Energia Interna.

Por sua vez, a Energia Livre deve ser mantida em um nível constante (5 unidades) e caso haja queda nesse nível, a Energia Semi-Fixa será transformada em Energia Livre. Entretanto, se os níveis de Energia Semi-Fixa estiverem muito baixos (0 unidades), será utilizada Energia Fixa para a reposição energética. Neste caso, a conversão de Energia Fixa para Energia Livre resultará em um aumento no nível acima do nível normal de Energia Livre. O excedente de Energia Livre será convertido em Energia Semi-Fixa, ou ainda em Energia Fixa, caso o nível de Energia Semi-Fixa esteja no seu nível máximo de armazenamento (4 unidades), no reservatório intermediário.

O nível de Energia Semi-Fixa foi utilizado como parâmetro para o controle energético de curto prazo da necessidade alimentar do artefato. Sendo assim, quando o artefato está com os níveis de Energia Semi-Fixa altos, ele está com a sua necessidade alimentar voltada à “saciedade”. Porém, quando os níveis de Energia Semi-Fixa caem para zero, sua necessidade alimentar torna-se “adquirir mais energia” (fome).

Ainda, o artefato possui outro meio de alterar sua necessidade alimentar. Isto acontece pelo controle energético a longo prazo. Neste, o foco do controle é o nível de Energia Fixa, o qual, normalmente, é de 10 unidades. Então, quando esse nível cai para algo em torno de 7 unidades, o artefato começa a ter sua necessidade alimentar alterada para fome. O oposto também é verdadeiro, caso o nível suba, a necessidade alimentar modifica-se para saciedade.

Além da necessidade alimentar, existem mais dois tipos de necessidades básicas. Uma delas é a necessidade de sobrevivência, representada pelo estado geral de alerta estrutural do artefato. Assim, caso o nível de alerta estrutural suba para um nível alto, em uma escala de 0 a

10 (onde 0 representa integridade plena e 10 perigo), o artefato terá sua necessidade de sobrevivência alterada para indicar o nível de alerta adequado, o que, por sua vez, representa um sinal de alerta para o artefato tomar alguma medida a fim de minimizar o estado de perigo.

Essa escala representa o agrupamento dos níveis de alerta estrutural de cada componente do artefato. Assim, componentes mais significativos para a sobrevivência do artefato quando afetados por algum problema, por exemplo, falta de Energia Interna, contribuem de forma mais significativa para o aumento desse índice.

A última necessidade refere-se à disposição do artefato de se movimentar pelo ambiente. Esta necessidade tem relação direta com o nível energético geral do artefato. Assim, caso o artefato se encontre em um estado energético geral próximo do normal ou abaixo e perto do limite de sobrevivência, essa necessidade tem seu valor alterado para “disposto”. Nessa condição, o artefato pode se movimentar no meio ambiente tanto para buscar novas fontes energéticas ou, simplesmente, para vagar sem um destino prévio.

A condição oposta dessa necessidade é a “fadiga” do artefato. Nela, o nível energético geral está um pouco abaixo do normal ou ainda muito acima do normal. Isso leva o artefato a não se movimentar pelo ambiente.

Um par de estados funcionais do artefato, relacionado às necessidades de movimentação e de alimentar, é o sono / vigília. O sono para o artefato é estabelecido quando este apresenta a necessidade alimentar com valor “saciedade” e necessidade de movimentação com valor “fadiga”. Já o estado de vigília é definido quando a necessidade alimentar tem valor “fome” ou mesmo “saciedade” e a necessidade de movimentação está com valor “disposto”.

Assim, foram apresentadas três necessidades do artefato, a descrição do ambiente e seus componentes, além da explicação do porquê da forma escolhida para o artefato. Também, foi apresentado o mecanismo energético e as necessidades homeostáticas do artefato. Na subseção seguinte, serão apresentados os detalhes da implementação computacional da linguagem corpórea proposta neste trabalho.

5.3.1 Estado interno do corpo do artefato

A linguagem corpórea, simulada no artefato virtual, foi construída a partir dos elementos que compõem e definem um estado interno corporal estável deste mesmo artefato. Esse estado é composto por uma configuração específica dos valores das variáveis estabelecidas anteri-

ormente como responsáveis pelo funcionamento adequado do artefato no meio virtual pré-estabelecido. Assim, cada estado do corpo pode ser visto como um conjunto de valores que representam o nível de funcionamento do artefato em um determinado momento.

Cada um desses conjuntos pode ser pensado como um diferente mostrador do funcionamento do artefato, onde um estado do corpo pode ser visualizado por meio da união dos vários mostradores de cada conjunto. Assim, pode-se simular uma linguagem corpórea de acordo com o modelo apresentado no capítulo 4.

Antes de se apresentar a linguagem corpórea para o artefato, os elementos necessários para sua manifestação são mostrados na Figura 5.8. Nela, apresentam-se os elementos visuais que representam à união de mapas de primeira ordem do corpo do artefato e que, juntos, correspondem ao estado do corpo do artefato. Na figura, as elipses superiores agrupam pontos, cujo conjunto representa um mapa homeostático. A intensidade de cor, de cada ponto, é proporcional ao valor atual da variável (mais intenso = variável com nível máximo, e menos intenso, praticamente não visível = variável com valor nulo).

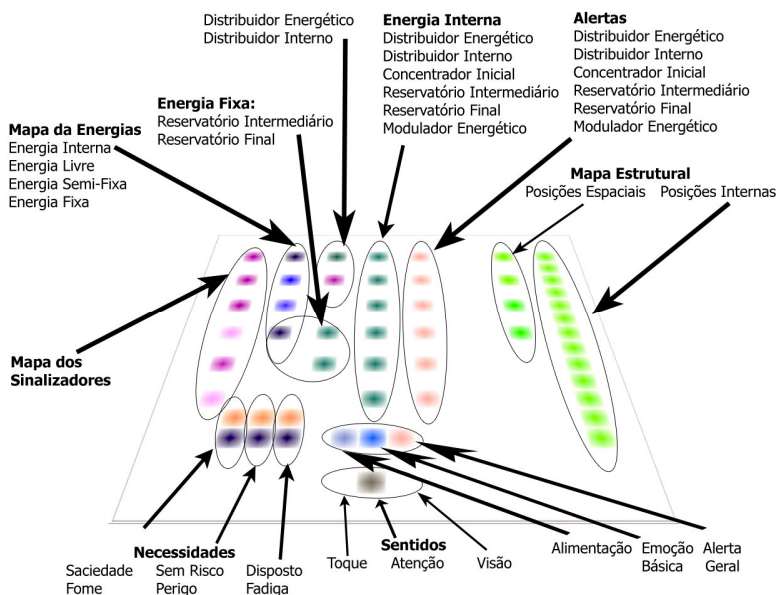


Figura 5.8: Estado inicial da linguagem corpórea do artefato.

Além das variáveis homeostáticas representadas na figura, outros agrupamentos são expostos para embasar um futuro uso da linguagem corpórea, de acordo com o modelo de consciência apresentado no capítulo 3. Eles se referem aos sentidos, às necessidades básicas e, ainda, ao “status” do artefato.

Essas informações serão utilizadas na construção de imagens mentais e não fazem parte da composição da linguagem corpórea.

5.3.2 Simulação da Linguagem Corpórea

A linguagem proposta foi simulada a partir de um conjunto de reações disparadas devido a alguma alteração em variáveis do estado interno do corpo do artefato. Assim, utilizando-se a idéia de mostrar as principais variáveis como pontos na superfície do artefato, optou-se por mostrar os demais elementos da linguagem como contornos em cada ponto que sofreu alteração.

Essa abordagem permite visualizar quais reações estão sendo executadas em cada momento e quais são as variáveis envolvidas no processo (conjunto de reações) que está alterando o estado corporal. Algumas dessas modificações podem ser vistas na figura 5.9. Os contornos de alguns pontos representam uma ou mais reações acontecendo ao mesmo tempo.

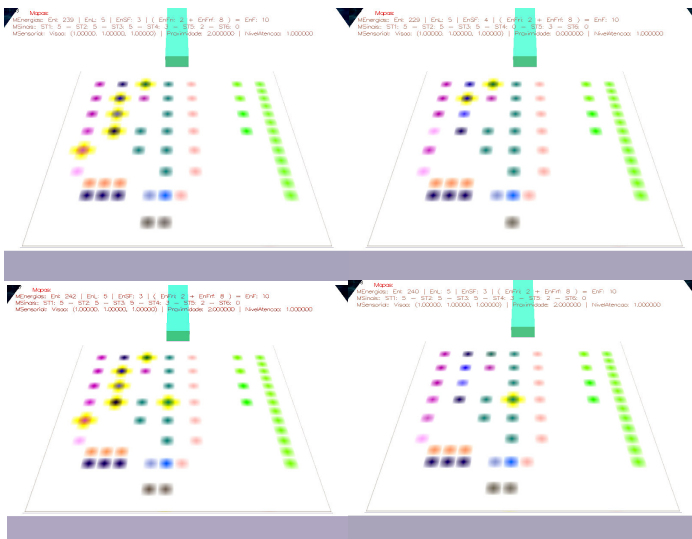


Figura 5.9: Alguns elementos da linguagem corpórea do artefato.

Apesar de mais de uma reação poder ser disparada em um determinado intervalo de tempo, o conjunto das reações e a intensidade de cor dos pontos, alterados pelas reações, determinam um elemento em particular da linguagem corpórea do artefato.

Ainda, referente às reações, no Apêndice A, apresenta-se a lista de reações na forma de causa e efeito e sua respectiva visualização esquemática. A relação causa e efeito das reações acontece quando uma ou mais variáveis alcançam um limiar (causa), o que, por sua vez, dispara mecanismos que alteram outras variáveis, estas, relacionadas às modificações da reação inicial (efeito).

Os vários tipos de mapas corporais do artefato (Apêndice A), que foram obtidos a partir de reações homeostáticas causadas por alterações no estado interno, podem ser utilizados para descrever elementos sintáticos da linguagem corpórea do artefato. Além das reações, o conjunto dos valores das variáveis representadas pelos pontos também origina mapas corporais diferentes, o que, por sua vez, caracteriza outras formas sintáticas para a linguagem do artefato.

Ressalta-se que o conjunto de variações sintáticas dessa linguagem é finito, pois a combinação total entre reações e variáveis fisiológicas é finita.

Embora a base fisiológica desenvolvida fornecesse meios suficientes para a simulação do artefato. O não acréscimo dos demais processos homeostáticos de um corpo, limitou esta simulação da linguagem corpórea apenas à visualização do vocabulário.

Essa limitação pode ser suplantada com o desenvolvimento de um modelo específico sobre o funcionamento das emoções e a integração deste com o modelo de consciência artificial e, sobretudo, ao da linguagem corpórea.

Em relação ao objetivo deste trabalho, essa simulação tentou demonstrar que os estados internos de um corpo podem ser evidenciados de forma a prover um mecanismo lógico que pode ser utilizado na descrição da “narrativa sem palavras” que Damásio (2000b) refere-se ao propor que a consciência surge de processos inconscientes gerados por alterações nos estados internos do corpo.

Assim, os elementos da linguagem corpórea podem ser utilizados para compor uma narrativa que descreva as mudanças internas que o corpo sofre ao interagir com objetos. Ao se representar cada variável do estado interno na linguagem corpórea ou, em outras palavras, descrever o estado interno geral do corpo em um determinado momento, por meio de uma “sentença não verbal”, pode-se expressar um estado do “eu primitivo” do corpo.

Isso permitirá a um examinador externo observar, claramente, qual seria o estado corporal de um organismo a qualquer momento. Isto por sua vez, constitui uma ferramenta importante para se compreender a dinâmica das alterações corporais envolvidas tanto no funcionamento normal do artefato quanto durante a interação dele com o meio ambiente. Ainda, a visualização do estado corporal não estaria disponível aos “olhos” de um examinador interno (“eu central”), pois ela seria uma parte constituinte desse observador e, assim, não poderia ser utilizada por ele para uma observação de seu interior.

A partir dessa compreensão, pode-se, então, colocar os óculos oferecidos pelo modelo de consciência proposto no capítulo 3 e observar como um artefato reage à interação com um objeto. Podendo-se extrapolar quais alterações cognitivas e biológicas estão sendo causadas pelo processo de interpretação inconsciente de um objeto. E mais, pode-se ver como o artefato reage a esse processo interpretativo segundo seu próprio ponto de vista. Essas possibilidades são necessárias para se compreender como a consciência central surge a partir do processamento corporal, segundo Damásio (2000b).

Então, a fração da linguagem corpórea apresentada pela simulação deste capítulo, pode ser utilizada para o começo de estudos sobre como é possível a “leitura” do processo que leva o surgimento da consciência a partir de processos inconscientes corpóreos inseridos no meio ambiente.

5.4 Considerações sobre a simulação

Em resumo, este capítulo apresentou a simulação de um artefato que proporcionou a visualização de uma linguagem corpórea segundo as mudanças de suas variáveis homeostáticas, mapeadas em elementos visuais que representam seus valores e em conjunto com um mapa homeostático de primeira ordem. Ambos necessários à manutenção da sobrevivência do artefato em um ambiente virtual.

Para isso, foi desenvolvido um corpo artificial, inspirado no funcionamento básico de um ser biológico para destacar que um corpo é o elemento fundamental para a produção de mapas neurais que representassem o corpo e objeto, o que segundo a teoria de consciência de Damásio (2000b), é a base inconsciente da consciência.

Após definida a estrutura do corpo e do ambiente em que ele se encontra, foi estabelecida a definição dos elementos básicos necessários para a manutenção da sobrevivência do artefato. Tal objetivo foi alcançado pela utilização da noção do “eu primitivo” (agrupamento de estru-

turas neurais responsáveis pela manutenção da vida do ser biológico). Logo, os elementos constituintes do corpo artificial foram escolhidos segundo o critério de serem controlados ou monitorados de alguma forma por estruturas semelhantes às encontradas no “eu primitivo” humano.

Essas estruturas foram consideradas fundamentais por gerarem mapas neurais de primeira ordem que unidos em um determinado intervalo de tempo, representavam um estado corporal constituído por outros submapas neurais, que juntos representam as diversas partes do corpo naquele instante.

A partir dessa idéia, confeccionou-se a noção de que os elementos constituintes do vocabulário da linguagem corpórea do artefato seriam os mapas homeostáticos específicos, além das alterações destes que seriam representadas também como mapas corporais. O resultado final da união desses mapas de um estado corporal do artefato representou uma “palavra” na linguagem corpórea do artefato.

A linguagem corpórea seria, então, um meio para se descrever as mudanças ocorridas no estado corporal do artefato, ou colocado de outra forma, essa linguagem seria uma maneira de se descrever as mudanças ocorridas no “eu primitivo” do artefato. Isso, por sua vez, leva a uma consequência direta para o modelo de consciência artificial apresentado no capítulo 3. A partir da linguagem corpórea, poder-se-ia expressar os mecanismos envolvidos na produção da consciência central.

6 CONCLUSÕES

6.1 - Conclusões

Esta tese apresentou as bases para um modelo de linguagem corpórea. Ele foi fundamentado na idéia de que existe um meio de expressar os estados internos do corpo que facilitem a descrição das imagens mentais utilizadas no processo de construção da consciência artificial descrita segundo modelo baseado na teoria de consciência de António Damásio (2000b).

Isso foi possível a partir do levantamento de idéias, metodologias, modelos e teorias sobre o fenômeno consciência. Desse levantamento, a pesquisa tomou o caminho do estudo da consciência segundo o ponto de vista corpóreo. Neste, a consciência é vista como um fenômeno originado por um corpo. E, a partir da observação de que, a uma descrição da consciência em níveis, poderia ser reproduzida em um modelo em que se substitui o corpo biológico por um artificial. Foi apresentado um modelo de consciência artificial baseado na teoria de consciência humana de Damásio (2000b).

O modelo de consciência artificial precisava de um elemento de ligação ou passagem entre o inconsciente e a consciência central, primeiro nível de consciência do modelo. Isso permitiu a definição da noção de que existe uma linguagem não verbal que poderia ser utilizada para descrever os processos inconscientes que dariam origem ao primeiro nível de consciência.

Assim, essa linguagem foi a tentativa de resposta ao problema de pesquisa referente à existência de um meio de ligação associado à transição da inconsciência para o estágio inicial da consciência.

Então, com o objetivo geral deste trabalho traçado como a proposição das bases para uma linguagem corpórea, definiram-se objetivos específicos, que foram detalhados para suportar esse modelo e ajudar a quebrar a complexidade do objetivo geral. Assim, o texto dos capítulos 2, 3 e 4 foi importante para o cumprimento desses objetivos.

Uma simulação computacional foi desenvolvida, utilizando-se a inspiração biológica do corpo humano para mostrar um exemplo de uso do modelo de linguagem corpórea. Essa simulação incorporou importantes elementos de um corpo tais como: manutenção energética, fluxo de informações interna ao corpo, auto-regulação para cada componente e de todo o artefato e simulação de um ambiente virtual com elementos que podem possibilitar pesquisas no campo das ciências cognitivas.

Os pontos fortes do modelo de linguagem corpórea foram a apresentação das principais variáveis-componentes dos estados internos de um organismo, possibilidade de formação de “frases” a partir desses elementos e incorporação da noção das emoções como componente chave para a estrutura semântica do modelo.

Por fim, a tese exposta por meio do modelo de linguagem corpórea mostrado neste trabalho apresentou um elemento importante na linha de pesquisa de uma consciência artificial, iniciada pelos trabalhos de (VALLE FILHO, 2003; HALFPAP, 2005). Ela apontou um meio de expressar os componentes do estágio inconsciente de um artefato. Assim, mais um passo foi dado em direção da simulação de uma consciência artificial.

6.2 - Sugestões para Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou uma simulação que mostrou um exemplo de uso do modelo de linguagem corpórea proposto nesta tese. A partir disso, sugere-se como trabalhos futuros: adição de novos elementos que possam descrever o papel das emoções no modelo, complementação da implementação do artefato, incorporação do modelo de linguagem corpórea ao modelo de consciência artificial apresentado, a utilização do modelo de linguagem corpórea no campo empresarial, além da utilização das bases, aqui esboçadas, para a definição formal da linguagem corpórea, usando-se uma metalinguagem, como a Forma de Backus-Naur (BNF).

O acréscimo das emoções no artefato é o ponto de partida para uma pesquisa sobre como os processos emotivos (estados emocionais) influenciariam os estados internos de forma que se pudesse definir as relações semânticas da linguagem corpórea. Além das emoções, a implementação de mecanismos responsáveis pela movimentação voluntária e involuntária do artefato é um ponto de partida direto para o desenvolvimento da simulação de artefato virtual muito próximo de um corpo humano.

Outro trabalho futuro é a utilização da linguagem corpórea como meio de descrição da formação de imagens mentais. Isso pode consistir em um elemento importante para o modelo de consciência que tenta descrever a emergência da consciência central. Isto é a continuação direta desta pesquisa sobre o modelo de consciência artificial.

Por fim, uma sugestão para uso do modelo de linguagem corpórea para fora do meio acadêmico. Nela uma organização pode usar a noção de que seus indicadores de desempenho podem ser espelhados às

variáveis internas do “corpo” da organização. Isso permite obter informações segundo uma leitura do estado interno da organização, o que leva a confecção de visões sobre o funcionamento da organização seguindo as diretrizes do modelo dessa linguagem corpórea.

REFERÊNCIAS

ANTONY, M. V. Outline of a General Methodology for Consciousness Research. **Anthropology and Philosophy**, v.3, n.2, p. 43-56. 1999.

AUGUSTINE, J. R. Circuitry and functional aspects of the insular lobe in primates including humans. **Brain research. Brain research reviews**, v.22, n.3, p. 229-244. 1996.

BAARS, B. J. **A Cognitive Theory of Consciousness**. Cambridge University Press, 1988. Disponível em:
<<http://vesicle.nsi.edu/users/baars/BaarsConsciousnessBook1988/index.html>>. Acesso em: 04/06/2007

_____. The conscious access hypothesis: origins and recent evidence. **Trends in cognitive sciences**, v.6, n.1, p. 5. 2002.

BAARS, B. J. e MCGOVERN, K. Cognitive views of consciousness: What are the facts? How can we explain them? In: VELMANS, M. **The Science of Consciousness: Psychological, Neuropsychological, and Clinical Views**. London: Routledge, 1996.

BERNARD, C. **An Introduction to the Study of Experimental Medicine**. New York: Courier Dover Publications, 1957. 226 p.

BLANKE, O. e METZINGER, T. Full-body illusions and minimal phenomenal selfhood. v.13, n.1, p. 7-13. 2009.

BLOCK, N. On A Confusion About a Function of Consciousness. **Behavioral and Brain Sciences**, v.18, n.2, p. 40. 1995.

_____. Some Concepts of Consciousness. In: CHALMERS, D. **Philosophy of Mind: Classical and Contemporary Readings**. Oxford University Press, 2002.

BOSSE, T., *et al.* Simulation and Representation of Body, Emotion and Core Consciousness. In: Symposium on Next Generation Approaches to Machine Consciousness, 2005, Hatfield, UK. **Proceedings. SAISB**, 10. p. 95-103.

_____. Formal Analysis of Damasio's Theory on Core Consciousness. In: The International Conference on Cognitive Modeling, 2006, Trieste, Italy. **Proceedings**. v7. p. 68-73.

_____. Formalisation of Damasio's theory of emotion, feeling and core consciousness. v.17, n.1, p. 94-113. 2008.

BRITANNICA, E. **Language**. Encyclopædia Britannica 2007 Ultimate Reference Suite, 2007. versão: 2007.01.00. 1 CD-ROM.

BROOKS, J. C. W., *et al.* Somatotopic organisation of the human insula to painful heat studied with high resolution functional imaging. **Neuro-Image**, v.27, n.1, p. 201-209. 2005.

CAPRA, F. **A Teia da Vida**. 6 ed. São Paulo: Cultrix, 2001. 256 p.

CARRUTHERS, G. Types of body representation and the sense of embodiment. v.17, n.4, p. 1302-1316. Dec, 2008.

CHALMERS, D. J. **Towards a Theory of Consciousness**. 1993. (Ph. D). - Indiana University, Bloomington, 1993.

_____. Facing Up to the Problem of Consciousness. **Journal of Consciousness Studies**, v.2, n.3, p. 19. 1995.

_____. **The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory** (Philosophy of Mind Series). Oxford University Press, 1997

_____. Consciousness and its Place in Nature. In: STICH, S. A. W., F. **Blackwell Guide to the Philosophy of Mind**. Blackwell, 2003.

CHURCHLAND, P. S. **What Should We Expect From A Theory Of Consciousness?**, 1997. Disponível em:
<<http://philosophy.ucsd.edu/EPL/expect.html>>. Acesso em: 30/11/2006

CLARK, A. **Being There: Putting Brain, Body, and World Together Again**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1997. 269 p.

COMBS, A. Consciousness as a System Near the Edge of Chaos. **Dynamical Psychology**. 1996.

CRICK, F. e KOCH, C. A framework for consciousness. **Nature Neuroscience**, v.6, n.2, p. 119-126. 2003.

DAMÁSIO, A. Investigating the Biology of Consciousness **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, v.353, n.1377. 1998.

_____. **O Erro de Descartes: Emoção, Razão e o Cérebro Humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1999. 330 p.

_____. A Neurobiology for Consciousness. In: METZINGER, T. **Neural Correlates of Consciousness: Empirical and Conceptual Questions**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2000a. cap. 7. p. 111-120.

_____. **O Mistério da Consciência**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000b

_____. **Looking for Spinoza: joy, sorrow, and the feeling brain**. Orlando, Florida: Harcourt, 2003. 355 p.

DAMÁSIO, A. e PARVIZI, J. Consciousness and the brainstem. **Cognition**, v.79, n.1-2, p. 6. 2001.

DAMASIO, A. R. Emotion in the perspective of an integrated nervous system. **Brain Research Reviews**, v.26, p. 83-86. 1998.

DAWKINS, R. **O gene egoísta**. Rio de Janeiro: Itatiaia, 2001

DE LÉON, D. **The Limits of Thought and the Mind-Body Problem**. 1995. Disponível em: <<http://cogprints.org/367/00/LUCS42.pdf>>

DENNETT, D. C. **Consciousness explained**. Boston: Little, Brown and Co., 1991

_____. **Sweet Dreams: Philosophical Obstacles to a Science of Consciousness**. Cambridge, Massachusetstts: The MIT Press, 2005. 216 p. (Jean Nicod Lectures)

DENNETT, D. C. e HOFSTADTER, D. R. **The mind's I: fantasies and reflections on self and soul**. New York: Basic Books, 1981

DESPOPOULOS, A. e SILBERNAGL, S. **Color Atlas of Physiology**. 5 ed. New York, NY: Thieme, 2003. 450 p.

DIJK, B. V. **Le Petit Robert**. 2001. versão: 2.1. 1 CD-ROM.

DISBROW, E., *et al.* Somatotopic Organization of Cortical Fields in the Lateral Sulcus of Homo sapiens: Evidence for SII and PV. **The Journal of Comparative Neurology**, v.418, n.1, p. 1-21. 2000.

DREWES, A. M., *et al.* The "human visceral homunculus" to pain evoked in the oesophagus, stomach, duodenum and sigmoid colon. **Experimental Brain Research**, v.174, n.3, p. 443-452. 2006.

ECCLES, J. C. **Evolution du cerveau et création de la conscience**. Flammarion, 1994. 368 p.

EDELMAN, G. M. **Bright air, brilliant fire: on the matter of the mind**. New York, N.Y.: BasicBooks, 1992

_____. **Wider than the sky: the phenomenal gift of consciousness**. New Haven: Yale University Press, 2004

EDELMAN, G. M. e TONONI, G. **El Universo de La Conciencia**. Critica, 2004

EHRSSON, H. H., *et al.* Neural Substrate of Body Size: Illusory Feeling of Shrinking of the Waist. **PLoS Biology**, v.3, n.12, p. e412. 2005.

EICKHOFF, S. B., *et al.* The Somatotopic Organization of Cytoarchitectonic Areas on the Human Parietal Operculum. **Cerebral Cortex**, n.Outubro 2006, p. bhl090. 2006.

FRANKLIN, S. **Artificial Minds**. Cambridge, Mass: MIT Press, 1995

GANONG, W. F. **Review of Medical Physiology**. 21 ed. New York, NY: Lange Medical Books/McGraw-Hill, 2003. 912 p.

GREENSTEIN, B. e GREENSTEIN, A. **Color atlas of neuroscience: neuroanatomy and neurophysiology**. New York, NY: Thieme Medical Publishers, 2000. 449 p.

GROSS, L. **Neural Basis of Body Image: How to Lose Inches at the (Perceived) Flick of the Wrist**. 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pbio.0030439> >. Acesso em: 04/06/2007

GUYTON, A. C. **Textbook of Medical Physiology**. 11 ed. Saunders, 2005. 1104 p.

HALFPAP, D. M. **Um modelo de consciência para aplicação em arte-fatos inteligentes**. 2005. 143 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

HUMPHREY, N. The Uses of Consciousness. In: Fifteenth James Arthur Memorial Lecture, 1987, American Museum of Natural History, New York. **Proceedings**. p. 26.

_____. How to solve the mind-body problem. **Journal of Consciousness Studies**, v.7, n.4, p. 5-20. 2000.

JAMES, W. What is an Emotion? **Mind**, v.9, p. 188-205. 1884.

_____. The Stream of Consciousness. In: **Psychology**. Cleveland & New York, 1892. cap. XI.

KARNATH, H.-O., *et al.* Awareness of the Functioning of One's Own Limbs Mediated by the Insular Cortex? **The Journal of Neuroscience**, v.25, n.31, p. 7134-7138. 2005.

LAKOFF, G. e JOHNSON, M. **Philosophy in the flesh: the embodied mind and its challenge to Western thought**. New York: Basic Books, 1999. 624 p.

LAROUSSE. **Le Petit Larousse 2007**. 2007 1 CD-ROM.

LEDoux, J. E. **Synaptic Self: How Our Brains Become who We are**. New York, NY: Viking Penguin, 2002. 406 p.

LEXIKON, I. **Dicionário Eletrônico Aurélio - Século XXI**. 1999. versão: 3.0. 1 CD-ROM.

LIEHR, P., *et al.* Expressing Health Experience Through Embodied Language. v.34, n.1, p. 27-32. 2002.

MARCHETTI, G. **A Theory of Consciousness**. 2001. Disponível em: <<http://www.mind-consciousness-language.com/Consciousness.pdf>>. Acesso em: 04/06/2007

MAZZOLA, L., *et al.* Somatosensory and Pain Responses to Stimulation of the Second Somatosensory Area (SII) in Humans. A Comparison with SI and Insular Responses. **Cerebral Cortex**, v.16, n.7, p. 960-968. 2006.

MENEZES, E. T. D. e SANTOS, T. H. D. "**Multidisciplinaridade (verbete). Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil**". São Paulo: Midiamix Editora, 2002. Disponível em: <<http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=90>>. Acesso em: 13/11/2007

MERRIAM-WEBSTER. **Merriam-Webster's Collegiate**. 2000. versão: 2.5. 1 CD-ROM.

METZINGER, T. The subjectivity of subjective experience: A representationalist analysis of the first-person perspective. In: METZINGER, T. **Neural Correlates of Consciousness: Empirical and Conceptual Questions**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2000. cap. 20. p. 285-306.

_____. Précis: Being No One. **Psyche** v.11, n.5. 2005.

MINSKY, M. Conscious Machines. In: Machinery of Consciousness, 1991.

MIYAMOTO, J. J., *et al.* The Representation of the Human Oral Area in the Somatosensory Cortex: a Functional MRI Study. **Cerebral Cortex**, v.16, n.5, p. 669-675. 2006.

OSTROWSKY, K., *et al.* Functional mapping of the insular cortex: clinical implication in temporal lobe epilepsy. **Epilepsia**, v.41, n.6, p. 681-686. 2000.

PENROSE, R. **La Mente Nueva del Emperador**. Fondo de Cultura Economica USA, 1996

_____. **Lo Grande, Lo Pequeno y La Mente Humana**. Cambridge University Press, 1999

PHILOSOPHY, S. E. O. **Artifact**. Disponível em:
<<http://plato.stanford.edu/entries/artifact/>>. Acesso em: 04/06/2007

PURVES, D. **Neuroscience**. 3 ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, 2004. 773 p.

RAINVILLE, P., *et al.* Basic emotions are associated with distinct patterns of cardiorespiratory activity. **International Journal of Psychophysiology**, v.61, n.1, p. 5-18. 2006.

RAMACHANDRAN, V. S. **A brief tour of human consciousness: from imposter poodles to purple numbers**. New York: Pi Press, 2004. 192 p.

RHOADES, R. A. e TANNER, G. A. **Medical Physiology**. 2 ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2003. 781 p.

RUBEN, J., *et al.* Somatotopic Organization of Human Secondary Somatosensory Cortex. **Cerebral Cortex**, v.11, n.5, p. 463-473. 2001.

RUSSELL, B. **The analysis of mind**. The Project Gutenberg, 1921. Disponível em: <<http://www.gutenberg.org/etext/2529>>. Acesso em: 04/06/2007

SALADIN, K. **Anatomy and Physiology: The Unity of Form and Function**. 3 ed. McGraw-Hill Publishing, 2003. 1216 p.

SAPIR, E. **Language: An Introduction to the Study of Speech**. The Project Gutenberg, 1921. Disponível em:
<<http://www.gutenberg.org/files/12629/12629-h/12629-h.htm>>. Acesso em: 04/06/2007

SCANLON, V. C. e SANDERS, T. **Essentials of anatomy and physiology**. 5 ed. Philadelphia: F. A. Davis Company, 2007

SEARLE, J. R. The Problem of Consciousness. **Consciousness and cognition**, v.2, n.4, p. 9. 1993.

_____. **The rediscovery of the mind**: Representation and mind. 7 ed. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1998

_____. Consciousness. **Intellectica**, v.2, n.31, p. 85-110. 2000a.

_____. Consciousness. **Annual Review of Neuroscience**, v.23, p. 557-578. 2000b.

SEELEY, R., *et al.* **Anatomy and Physiology**. 6 ed. McGraw-Hill Education, 2004. 1105 p.

SHANNON, C. E. A Mathematical Theory of Communication. **The Bell System Technical Journal**, v.27, p. 379–423, 623–656. 1948.

THIVIERGE, J.-P. e MARCUS, G. F. The topographic brain: from neural connectivity to cognition. **Trends in Neurosciences**, v.30, n.6, p. 251-259. 2007.

VALLE FILHO, A. M. D. **Um modelo para implementação de consciência em robôs móveis**. 2003. 128 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

VANDER, A., *et al.* **Human Physiology: The Mechanisms of Body Function**. 8 ed. McGraw-Hill Education, 2001. 800 p.

VELMANS, M. Defining Consciousness. In: WWW Dialogues on Consciousness course, 1997, University of Arizona, Tucson. **Proceedings**.

VON DER MALSBURG, C., *et al.* The Coherence Definition of Consciousness. 1997. Oxford University Press.

GLOSSÁRIO

Autopercepção: sinônimo de consciência definido como sendo uma característica manifestada apenas em animais superiores, e só se desdobra de maneira plena na mente humana (CAPRA, 2001).

Consciência: um sentimento que exprime a sensação de que um dado estímulo está sendo percebido em uma perspectiva pessoal; um sentimento que denota a sensação de posse do organismo envolvido na percepção segundo este sentimento, e um sentimento de que o organismo pode atuar sobre esse estímulo (DAMÁSIO, 2000b).

Consciência artificial: campo de estudo relacionado à Inteligência Artificial que visa propor uma forma de simular a consciência humana em computadores.

Linguagem corpórea: é uma proposta de uma linguagem inata às regiões cerebrais envolvidas com a manutenção da vida e monitoramento da atividade interna do corpo.

Mapa neural: é uma forma de visualização topográfica de células nervosas e demais células ligadas a estas.

Mapa do corpo: é a representação do estado do corpo por um conjunto de elementos neurais e químicos distribuídos normalmente de forma topográfica.

Emoção: designa uma coleção de respostas disparadas a partir de partes do cérebro para o corpo, e de partes do cérebro para outras partes do cérebro, usando rotas neurais e humorais (DAMÁSIO, 1998).

Eu Primitivo: “É um conjunto coerente de padrões neurais que mapeiam, a cada momento, o estado da estrutura física do organismo nas suas numerosas dimensões” (DAMÁSIO, 2000b, p. 201).

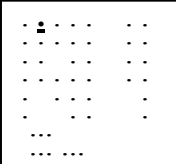
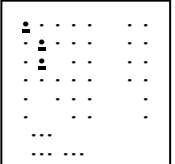
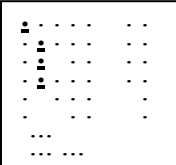
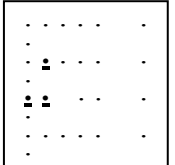
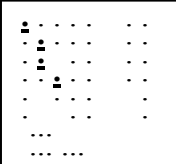
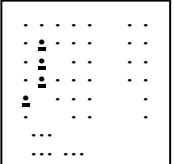
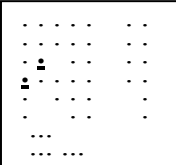
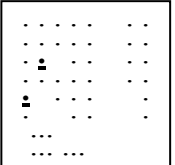
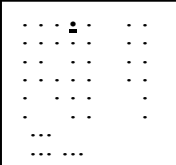
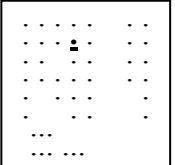
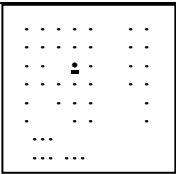
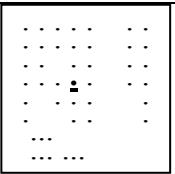
Objeto: “[...] uma pessoa, um lugar, um instrumento, dor, emoção” (DAMÁSIO, 2000b, p. 409).

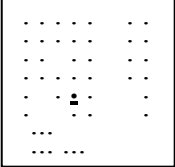
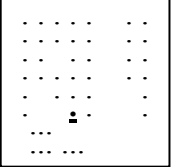
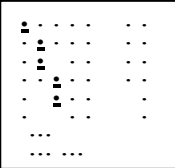
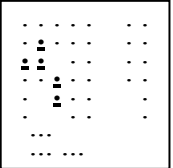
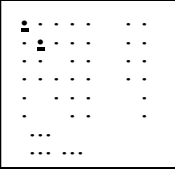
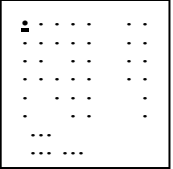
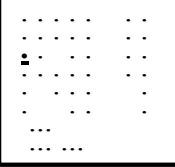
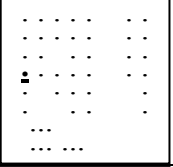
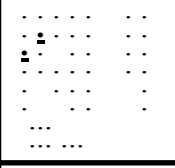
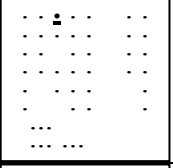
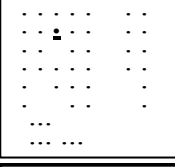
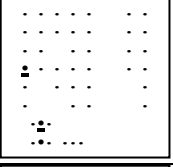
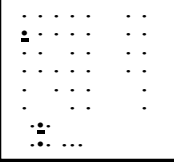
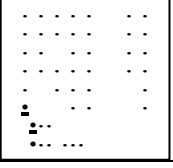
Organismo: é a unidade do ser vivo, isto é, o corpo e todos os seus componentes.

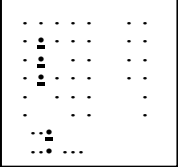
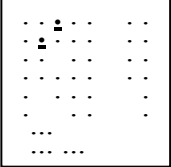
Metalinguagem: é uma linguagem usada para descrever ou discutir as relações internas dos elementos estruturais de outra linguagem.

Forma de Backus-Naur: é uma metalinguagem usada como notação para descrever as regras gramaticais de uma linguagem.

APÊNDICE A

Reações e variáveis envolvidas	Mapa corporal	Reações e variáveis envolvidas	Mapa corporal
<i>Causa:</i> Energia Interna Geral <i>Efeito:</i> Energia Interna Geral		Sinalizador 1, Energia Livre, Energia Semi-Fixa	
Sinalizador 1, Energia Livre, Energia Semi-Fixa, Energia Fixa		Sinalizador 3, Energia Livre, Energia Semi-Fixa	
Sinalizador 1, Energia Livre, Energia Fixa Res. Inter., Energia Semi-Fixa		Energia Livre, Energia Semi-Fixa, Energia Fixa, Sinalizador 5	
<i>Causa:</i> Energia Semi-Fixa <i>Efeito:</i> Sinalizador 4		<i>Causa:</i> Energia Semi-Fixa <i>Efeito:</i> Sinalizador 5	
<i>Causa:</i> Energia Interna do Distribuidor Energético <i>Efeito:</i> Energia Interna do Distribuidor Energético		<i>Causa:</i> Energia Interna do Distribuidor Interno <i>Efeito:</i> Energia Interna do Distribuidor Interno	
<i>Causa:</i> Energia Interna do Conversor Inicial <i>Efeito:</i> Energia Interna do Conversor Inicial		<i>Causa:</i> Energia Interna do Reservatório Intermediário <i>Efeito:</i> Energia Interna do Reservatório Intermediário	

<i>Causa:</i> Energia Interna do Reservatório Final <i>Efeito:</i> Energia Interna do Reservatório Final		<i>Causa:</i> Energia Interna do Modulador Energético <i>Efeito:</i> Energia Interna do Modulador Energético	
Sinalizador 1, Energia Livre, Energia Semi-Fixa, Energia Fixa Reservatório Inter., Energia Fixa Res. Final		Sinalizador 3, Energia Livre, Energia Semi-Fixa, Energia Fixa Reservatório Inter., Energia Fixa Res. Final	
<i>Causa:</i> Energia Livre <i>Efeito:</i> Sinalizador 1		<i>Causa:</i> Sinalizador 1 <i>Efeito:</i> Sinalizador 1	
<i>Causa:</i> Sinalizador 3 <i>Efeito:</i> Sinalizador 3		<i>Causa:</i> Sinalizador 4 <i>Efeito:</i> Sinalizador 4	
<i>Causa:</i> Energia Livre <i>Efeito:</i> Sinalizador 3		Passo Energético	
Passo Interno		<i>Causa:</i> Sinalizador 4 <i>Efeito:</i> Necessidade Saciedade, Necessidade Fome	
<i>Causa:</i> Sinalizador 2 <i>Efeito:</i> Necessidade Fome, Necessidade Saciedade		<i>Causa:</i> Sinalizador 6 <i>Efeito:</i> Necessidade Perigo, Necessidade Sem alerta	

<i>Causa:</i> Energia Livre, Energia Semi-Fixa, Energia Fixa <i>Efeito:</i> Necessidade Fadiga, Necessidade Disposto		<i>Causa:</i> Energia Livre <i>Efeito:</i> Passo Energético	
<i>Causa:</i> Sinalizador 1, Sinalizador 2, Sinalizador 3, Sinalizador 4, Sinalizador 5, Sinalizador 6 <i>Efeito:</i> Passo Interno	